



Savikuja Anni

Matemaattisten haasteiden merkitykset yksilön elämässä

Erityispedagogiikan kandidaatintyö
KASVATUSTIETEIDEN TIEDEKUNTA
Erityispedagogiikka
2020

Tämän kuvailevan ja integroivan kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on tutkia matematiikan haasteiden eli matemaattisten oppimisvaikeuksien ja matematiikka-ahdistuksen yhteyttä sekä niiden merkityksiä yksilön elämässä, erityisesti aikuisuudessa peruskoulun jälkeen. Tutkielma pohjautuu laajaan tutkimusaineistoon ja tieteellisiin kokoomateoksiin.

Tutkielman keskeiset käsitteet ovat matemaattiset oppimisvaikeudet ja matematiikka-ahdistus. Näistä kahdesta käsitteestä käytetään tässä tutkielmassa yhteisnimitystä matemaattiset haasteet. Nämä käsitteet toimivat tutkimuksen teoreettisena viitekehyksenä ja tutkimustuloksia peilataan näihin käsitteisiin. Matemaattiset haasteet ovat yleisiä ja koskettavat monia yksilöitä. Jopa 15–20 %:lla oppilaista on jonkintasoinen matematiikan oppimisvaikeus ja 5–7 %:lla matematiikan peruslaskutoimitusten oppimisvaikeus, dyskalkulia. Lisäksi joka neljännellä aikuisella on heikot taidot matematiikassa. Matematiikka-ahdistus heikentää oppimisvaikeuden tavoin matemaattista suoriutumista ja aiheuttaa matematiikan välttelyä. Monilla matemaattisen oppimisvaikeuden omaavilla on myös matematiikka-ahdistus.

Matemaattiset haasteet vaikuttavat pitkälle aikuiselämään vaikeuttaen kouluttautumista, työllistymistä, työntekoa ja hyvinvointia. Lisäksi ne vaikeuttavat monia arkielämän perustaitoja, kuten ajan ja kellon ymmärtämistä, rahan arvon käsittämistä ja omaa taloudenhoitoa. Haasteiden pitkäaikaisten merkitysten tutkiminen on tärkeää, koska tutkimustietoa on vähän ja esimerkiksi lukivaikeutta on tutkittu enemmän. Lisäksi tutkimustieto auttaa kehittämään sellaisia tukimuotoja, joilla matematiikan haasteiden merkityksiä voidaan minimoida jo peruskoulussa.

Tämän tutkielman tarkoituksena on toimia tietopakettina kaikille opettajille ja opettajaksi opiskeleville, jotka haluavat saada tietoa siitä, miten matemaattiset oppimisvaikeudet ja matematiikka-ahdistus muodostavat kokonaisuuden, joka laajasti vahingoittaa matematiikan oppimista ja matemaattista suoriutumista. Lisäksi tutkielman tarkoitus on tuoda kattavasti esille näiden haasteiden keskeiset vaikutukset aikuiselämässä. Matemaattiset haasteet eli matemaattiset oppimisvaikeudet ja matematiikka-ahdistus ovat tiivistä yhteydessä toisiinsa ja vaikuttavat yksilön elämässä lapsuudesta aikuisuuteen. Matematiikka on kumuloitavaa ja perustuu aiemmin opittuun. Jos yksilö ei ymmärrä matematiikan perusteita, hänen matemaattinen ajattelunsa ei voi kehittyä. Kuitenkin teknologisesti koko ajan kehittyvä yhteiskunta vaatii matemaattista osaamista. Matemaattiset haasteet kapeuttavat yksilön mahdollisuuksia esimerkiksi kouluttautumiseen ja usein opinnot jäävät kesken ja lisäävät työttömyyttä. Siten ne tulevat myös yhteiskunnalle kalliiksi.

Avainsanat: Matematiikan haasteet, Matematiikka-ahdistus, Matematiikan oppimisvaikeus, Matemaattinen suoriutuminen, Dyskalkulia

University of Oulu

Faculty of Education

Mathematical challenges' significance in one's life (Anni Savikuja)

Bachelor's thesis, 41 pages

October 2020

The purpose of this descriptive and integrative literature review is to survey mathematical difficulties' and math anxiety's relationship and its significance in one's life, especially in adulthood after primary school. Thesis is based on extensive material of surveys and opuses collecting together surveys.

Thesis' pivotal concepts are mathematical difficulties and math-anxiety. These two concepts form the concept of mathematical challenges. These concepts work as thesis' theoretical framework and research results will be mirrored on these concepts. Mathematical challenges are universal and affect on many individuals. Even 15-20 per cent of students have mathematical difficulties and 5-7 per cent of them have mathematical difficult which affects basic numeracy skills, called dyscalculia. Moreover, every fourth adult have weak skills in mathematics. Math-anxiety deteriorates mathematical performance such as learning disability and causes avoidance of mathematics. Many persons who have mathematical difficulties also have math-anxiety.

Math challenges affect on adulthood, bringing troubles in education, employment, working and well-being. Additionally, they deteriorate learning in many everyday life's skills such as understanding time and clock and realizing the value of money as well as dealing with one's own economy. Researching the long-term significance of mathematical challenges is important because there is a little valid research of it and for example there are more surveys of other learning disabilities, such as dyslexia. Besides researches help develop supports which can minimize the impacts of mathematical challenges.

This thesis' purpose is to work as information back for all teachers and teacher trainees who want to know, how mathematical difficulties and math-anxiety form a big picture which can harm widely learning mathematics and mathematical performance. In addition, thesis' purpose is to tell articulate these challenges' crucial impacts in adulthood. Mathematical difficulties and math-anxiety have close relationship to each other. These mathematical challenges effect individual's whole life. Mathematics is cumulative subject. When individual does not understand the basics of mathematics, her mathematical thinking cannot develop. Nevertheless, society is developing technologically all the time and requires mathematical skills. Mathematical challenges make individual's education choices narrow, and studies often will be dropped out. That increases unemployment. Thus, mathematical challenges will be expensive for society.

Keywords: Mathematical challenges, Math-anxiety, Mathematical difficulties, Mathematical disabilities, Mathematical performance, Dyscalculia

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Tutkielman lähtökohdat.....	7
	2.1 Tutkielman kulku ja rakenne.....	7
	2.2 Kirjallisuuskatsaus tutkielmani menetelmänä.....	8
	2.3 Tutkimuskysymykset ja tutkielman tavoite.....	9
3	Matemaattiset haasteet.....	10
	3.1 Matemaattiset oppimisvaikeudet.....	10
	3.2 Matemaattisten oppimisvaikeuksien syytausta.....	12
	3.3 Matematiikka-ahdistus.....	14
	3.4 Matematiikka-ahdistuksen syytausta.....	15
4	Matematiikka-ahdistuksen yhteys matemaattiseen suoriutumiseen ja matemaattisiin oppimisvaikeuksiin.....	17
	4.1 Matematiikka-ahdistuksen negatiivinen vaikutus matemaattiseen suoriutumiseen.....	17
	4.2 Matematiikka-ahdistus ja matemaattiset oppimisvaikeudet.....	20
5	Matemaattisten haasteiden merkitykset aikuisen elämässä.....	22
	5.1 Matemaattiset haasteet ja koulutus.....	22
	5.2. Matemaattiset haasteet ja työnteke ja työllisyys.....	23
	5.3 Matemaattiset haasteet ja mielenterveys.....	25
	5.4 Matemaattiset haasteet ja muut merkitykset.....	26
6	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	28
7	Pohdinta.....	31
	Lähteet.....	35

Johdanto

Tämä kandidaatintyö on kuvaileva ja integroiva kirjallisuuskatsaus, jonka avulla pyritään selvittämään matemaattisten oppimisvaikeuksien ja matematiikka-ahdistuksen yhteyttä. Matemaattisia oppimisvaikeuksia ja matematiikka-ahdistusta kutsutaan tässä kandidaatintutkielmassa yhteisnimityksellä matemaattiset haasteet. Tutkielman tavoitteena on matemaattisten haasteiden yhteyden lisäksi selvittää haasteiden vaikutus yksilön aikuiselämään, erityisesti kouluttautumiseen, työllistymiseen, työntekoon sekä mielenterveyteen.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa käytetyt tutkimukset nostavat esiin, kuinka matemaattinen osaaminen ei ole vain kognitiivista, vaan siihen liittyy paljon myös tunteisiin ja motivaatioon liittyviä tekijöitä. Kun matematiikan oppiminen on vaikeaa, syntyy yksilölle pahimmillaan matematiikka-ahdistus, joka on erittäin vahva negatiivinen tunnekokemus matematiikkaa kohtaan. Se voi myös tuntua fyysisenä pahoinvointina ja estää kognitiivisen ajattelun, ja siten matemaattinen suoriutuminen on vaarassa. Matematiikka-ahdistus heikentää matemaattista suoriutumista yhtä paljon kuin matematiikan oppimisvaikeus (Aschcraft, Kraft & Hopko, 2007). Lisäksi matemaattisista oppimisvaikeuksista kärsivillä on usein matematiikka-ahdistus (Koponen, Salmi-nen & Sorvo, 2019; Holopainen, Lappalainen & Savolainen, 2007; Wong, Graham, Hoskyn & Berman, 2008).

Teknologisen informaatioyhteiskunnan kehittyessä matemaattisista taidoista on tullut yhtä tärkeitä kuin lukutaito (Devine, Hill, Carey & Szu"cs, 2018). Samaan aikaan on syntynyt huolestuttava ilmiö, jossa matemaattiset oppimisvaikeudet ovat suurin yksittäinen syy keskeyttää koulunkäynti, ja ne myös aiheuttavat koulutusasteesta riippumatta heikkoa koulusuoriutumista (Korhonen ym., 2018). Koulunkäynnin keskeytymisen myötä matemaattiset haasteet näyttäytyvät myös valtiolle taloudellisena haittana.

Tämän tutkielman tärkeimpiä lähtökohtia on saada selville, miten moninaisesti matemaattiset haasteet näkyvät yksilön elämässä, varsinkin aikuisena peruskoulun jälkeen. Oppimisvaikeuksien merkitykset eivät rajoitu vain kouluikään, vaan ulottuvat pitkälle aikuiselämään opiskelun, työllistymisen, työssä selviytymisen ja hyvinvoinnin kautta (Ahonen, Aro, Aro, Lerkkanen & Siiskonen, 2019). On ymmärrettävää, että oppimisvaikeus ei ole pelkästään akateemisten taitojen haitta, vaan myös sen monet seurannaisvaikutukset, kuten merkitykset mielenterveyteen ja arkipäiväntaitoihin, ovat isossa roolissa yksilön elämässä (Eloranta, 2019).

Tämä tutkielma pyrkii kerätyn aineiston avulla selvittämään keskeisesti matemaattisten haasteiden moninaisia merkityksiä. Työn teoreettinen viitekehys muodostuu matemaattisten oppimisvaikeuksien ja matematiikka-ahdistuksen ymmärtämiseen matemaattisina haasteina. Tutkielman aihe on tärkeä, sillä on tutkittu, että matemaattiset oppimisvaikeudet eivät ole yleisesti tunnistettuja ja tiedostettuja opettajien keskuudessa (Butterworth, Varma, Laurillard, 2011). Kuitenkin oppimisvaikeuden tunnistaminen on olennainen osa sitä, että oppija saa tarvitsemansa tuen koulussa eikä oppimisvaikeudesta tule este matematiikan oppimiselle. Lisäksi oppimisvaikeuksien pitkäaikaisista vaikutuksista tehtyä kokoavaa tutkimusta on tehty vähän (Aro ym., 2019; Eloranta, 2019; Hakkarainen, 2016). On tärkeää tutkia oppimisvaikeuden pitkäaikaisia merkityksiä aikuisten elämässä, koska tutkimukset voivat tarjota merkittävää tietoa niin opetukseen kuin vanhemmillekin siitä, miten oppimisvaikeuden merkityksiä voidaan lapsen elämässä huomioida, ja lasta tukea (Butler, 2004).

2. Tutkielman lähtökohdat

Tutkielmani aihe matemaattisista haasteista valikoitui oman mielenkiintoni perusteella ja myös siksi, että koin tutkielmalle olevan tarvetta. Kuparisen ja Hiltusen (2018) mukaan heikosti matematiikka osaavien nuorten ja lasten osuus on koko ajan kasvussa ja huippuosaajien määrä vähentynyt. He tuovat tämän esille PISA-tulosten perusteella, jotka kertovat Suomessa olevan yhä enemmän heikkoja matematiikan osaajia. Suomalaiset lapset ja nuoret eivät myöskään pidä matematiikasta (Kuparinen & Hiltunen, 2018).

Butterworth ja kollegat (2011) korostavat, että heikko laskutaito on myös huomattava kulu valtioille ja yksilöille. Matemaattisten taitojen osaaminen on taas positiivisesti yhteydessä varmempaan talouskasvuun (Butterworth ym., 2011). Matemaattista tietoa ja sivistystä tarvitaan yhteiskunnassa monilla aloilla, ja teknologisen kasvun myötä tarve on entisestään korostunut (Kuparinen & Hiltunen, 2018; Parsons & Brynner, 2005).

Eskola ja Suoranta (1998) puhuvat siitä, kuinka aihe on kohdallaan, kun se kiinnostaa, muttei ole liian läheinen, vaan siihen saa myös tutkimuksessa tarvittavaa riittävää etäisyyttä (Eskola & Suoranta 1998). Matemaattiset haasteet eivät ole koskettaneet minua henkilökohtaisesti, mutta tulevana erityisopettajana tulen näkemään monia oppilaita, joille nämä haasteet ovat arkipäivää.

Tässä tutkielmassa olen kiinnostunut tutkimaan matemaattisten haasteiden eli matemaattisten oppimisvaikeuksien ja matematiikka-ahdistuksen yhteyttä ja näiden haasteiden merkityksiä yksilön aikuiselämään. Kiinnostukseni tähän aiheeseen syntyi, koska matematiikka-ahdistus on useissa tutkimuksissa yhdistetty vaikeuksiin matemaattisessa suoriutumisessa ja jopa matemaattisiin oppimisvaikeuksiin. Pysin siihen, että tutkielma valottaa matematiikan osaamiseen liittyvän sekä kognitiota että tunteita. Lisäksi koin tärkeäksi tuoda esille matemaattisten haasteiden merkitykset aikuisuudessa, sillä oppimisvaikeuksien merkityksiä aikuisuudessa on tutkittu vähän (Aro ym., 2019; Eloranta, 2019; Hakkarainen, 2016). Kuitenkin joka neljännellä aikuisella on riittämättömät taidot matematiikassa (Korhonen ym., 2018).

2.1 Tutkielman kulku ja rakenne

Tämän tutkielman teon aloitin pohtimalla sopivaa aihetta. Koin aiheeni hyväksi, koska se täytti monet hyvän aiheen kriteerit, joita Hirsjärvi, Remes ja Sajajärvi (2016) listaavat: se on sopiva erityispedagogiikan kandintyöksi eli sopiva oman tiedealani opinnäytetyön aiheeksi, aihe kiinnostaa minua, aihe on yhteiskunnallisesti merkittävä, aihe on toteuttavissa kohtuullisessa ajassa

ja aiheesta löytyi sopivasti tietoa. Matemaattisten haasteiden tutkimuksia tehdään jonkin verran, mutta niistä löytyy huomattavasti vähemmän tehtyä tutkimuksia ja opinnäytetöitä kuin muista oppimisvaikeuksista, esimerkiksi lukivaikeudesta.

Aiheen valinnan jälkeen aloitin huolellisen lähteiden etsinnän. Etsin lähteitä erilaisista tietokannoista, joista suurimpaan osaan tutustuin ennen tutkielman aloittamista Oulun yliopiston kasvatustieteen järjestämällä tiedonhaunkurssilla. Lisäksi etsin lähteitä Oulun yliopiston kirjastosta. Konsultoin lähteiden hakuvaiheessa myös erityisopettajaa, joka on asiantuntija matemaattisissa vaikeuksissa. Tarkastelin lähteitä kriittisesti, sisällytin kirjallisuuskatsaukseeni lähinnä vain vertaisarvioituja, mahdollisimman tuoreita tutkimuksia ja tutkimustuloksia kokoavia teoksia. Lisäksi 2000-luvun alussa tehtyjä tutkimuksia on muutamia, joihin uusimmassa tutkimuksessa edelleen viitataan, ja joita ovat kirjoittaneet alan tunnetuimmat tutkijat. Aiheen tarkempi rajaaminen juuri tällaiseksi kuin se tässä tutkielmassani on, muotoutui olemassa olevan kirjallisuuden huolellisella tutkimisella, kuten Hirsjärvi (2016) ja Eskola ja Suoranta (1998) suosittavat. Kiviniemi (2015) puhuu siitä, kuinka tutkimusongelma täsmentyy koko ajan tutkimusta tehdessä (Kiviniemi, 2015).

Tutkielmani noudattaa yleisiä raameja. Johdannon ja tutkielman lähtökohtien jälkeen teoreettisessa viitekehyksessä esittelen tutkielman keskeisen teorian matematiikan haasteista eli matematiikan oppimisvaikeuksista ja matematiikka-ahdistuksesta. Sen jälkeen vastaan tutkimuskysymyksiini matematiikan haasteiden yhteyksistä ja niiden vaikutuksesta aikuisuuteen. Johtopäätöksissä nostan esiin keskeiset löydökset teorian valossa. Lopuksi tutkielmassa pohditaan tutkielman luotettavuutta, eettisyyttä ja esitellään jatkotutkimuksen ideoita.

2.2 Kirjallisuuskatsaus tutkielmani menetelmänä

Tämä tutkielma toteutetaan kuvailevana, integroivana kirjallisuuskatsauksena. Salmisen (2011) mukaan kirjallisuuskatsaus on menetelmä, jossa tutkitaan jo tehtyjä tutkimuksia, jotka toimivat pohjana uudelle tutkimustiedolle (Salminen, 2011). Kirjallisuuskatsauksen perustyypeistä käytetään kuvailevaa kirjallisuuskatsausta, joka Salmisen (2011) mukaan on aiheen yleiskatsaus. Hänen mukaansa siinä käytetään laajoja aineistoja ilman tarkkoja metodisia rajoituksia. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus jakautuu narratiiviseen ja integroivaan katsaukseen (Salminen, 2011). Tässä tutkielmassa on käytetty integroivaa katsausta, jota Torracon (2005) mukaan käytetään, kun halutaan tutkia aihetta mahdollisimman monipuolisesti. Integroiva kirjallisuuskatsaus

auttaa luomaan uutta tietoa jo tutkitusta aiheesta ja auttaa kirjallisuuden tarkastelussa sekä arvioinnissa (Torraco, 2005). Birminghamin (2000) mukaan kirjallisuuskatsaus on tutkimusmenetelmänä oivallinen, koska se tarjoaa taustaa uudelle tutkimukselle, kertoo, millaista tutkimusta aiheesta on tehty ja osoittaa millaista tarvetta uudelle tutkimukselle on. Kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan lisäksi kuvailla, tiivistää, tehdä johtopäätöksiä, arvioida ja yhdistää jo tehtyä tutkimusta aiheesta (Birmingham, 2000).

2.3 Tutkimuskysymykset ja tutkielman tavoite

Tutkielmassa perehdytään matematiikan haasteiden eli matematiikan oppimisvaikeuksien ja matematiikka-ahdistuksen yhteyteen ja näiden haasteiden vaikutuksiin aikuisuudessa.

Tutkimuskysymyksiksi ovat muodostuneet:

1. Miten matemaattiset oppimisvaikeudet ja matemaattinen suoriutuminen ovat yhteydessä matematiikka-ahdistukseen?
2. Millaisia merkityksiä matematiikan haasteilla on aikuisen elämässä?

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen on tarkoitus saada vastauksia siitä, miten matematiikka-ahdistus vaikuttaa matemaattiseen suoriutumiseen ja millä tavoin se on yhteydessä matematiikan oppimisvaikeuksiin. Toisessa tutkimuskysymyksessä haetaan vastausta siihen, miten matematiikan haasteet vaikuttavat aikuisen elämässä. Tutkielman tavoitteena on kerätä selkeä tietopaketti matematiikan osaamisen moninaisesta suhteesta niin kognitio- kuin tunnetasolla sekä tuoda esille, miten matematiikan haasteet voivat monella tavalla vaikuttaa aikuisen elämässä.

3. Matemaattiset haasteet

Tässä kandidaatintutkielmassa käsitellään matemaattisia haasteita, jotka vaikeuttavat yksilön matemaattista osaamista. Määrittelen tutkielmassani näiksi haasteiksi eriasteiset matematiikan oppimisvaikeudet ja matematiikka-ahdistuksen. Tutkielmassa lievistä ja keskivaikeista oppimisvaikeuksista puhutaan tutkimuskirjallisuuden mukaisesti matemaattisina oppimisvaikeuksina ja matematiikan peruslaskutaitojen oppimisvaikeudesta dyskalkuliana. Matematiikka-ahdistusta ei sellaisenaan luokitella kuuluvaksi matemaattisiin oppimisvaikeuksiin, mutta se voi oppimisvaikeuden tavoin heikentää matemaattista suoriutumista huomattavasti (Aschcraft ym. 2007).

3.1 Matemaattiset oppimisvaikeudet

Fletcher, Lyon, Fuchs ja Barnes (2009) määrittelevät matemaattisen oppimisvaikeuden olevan laskutaitoon ja ongelmanratkaisuun liittyvä ongelma (Fletcher ym., 2009). Monosen ja kollegoiden (2017) mukaan näitä oppimisvaikeuksia esiintyy 15–20 %:lla lapsista ja nuorista. Matematiikan oppimisvaikeudet voivat vaihdella lievästä kohtalaiseen ja vaikea-asteiseen (Mononen, Aunio, Väisänen, Korhonen & Tapola, 2017). Matematiikan peruslaskutoimitusten oppimisvaikeus on nimeltään dyskalkulia ja sitä esiintyy 5–7 %:lla lapsista (Babtie & Emerson 2015, Mononen ym., 2017; Räsänen, 2012; Yitzchak, 2014).

Oppimisvaikeuksia esiintyy yksilöllä keskimääräisestä tai sen ylittävästä älykkyysosamäärästä, normaaleista aistitoiminnoista ja riittävästä opetuksesta huolimatta (Fletcher, 2009; Koponen ym., 2019). Lisäksi erotuksena matemaattisille oppimisvaikeuksille on se, että yksilöllä ei ole muita kehityksellisiä häiriöitä tai hän ei ole tunne-elämältään häiriintynyt (Fletcher ym., 2009). Matemaattiset oppimisvaikeudet tarkoittavat sitä, että matemaattisten taitojen osaaminen ja hallitseminen on ikäluokkaan nähden heikkoa (Geary, 2004; Geary, Hoard, Nugent, & Byrd-Craven, 2009; Mononen ym., 2017).

Matemaattiset oppimisvaikeudet ovat hyvin laaja kokonaisuus erityyppisiä oppimisvaikeuksia, jotka voivat yksilöiden välillä vaihdella suurestikin (Koponen ym., 2019; Sharma, 2015). Vaikeuden kohteena voi olla hyvinkin spesifi osa-alue, kuten proseduraalinen tieto eli matemaattisten strategioiden hallinta, konseptuaalinen tieto eli ymmärrys matematiikan käsitteistä, aritmetiikan, algebran tai geometrian vaikeudet (Geary, 2004; Sharma, 2015). Monosen ja kollegoiden (2017) mukaan matematiikan oppimisvaikeudet näyttäytyvät yleensä erityisesti

aritmeettisten perustaitojen, laskemisen taitojen ja lukujen rakenteen ymmärtämisen vaikeutena. Selkeä ominaispiirre matematiikkavaikeuden omaavilla on hidas ja virheille altis laskeminen (Mononen ym., 2017). Useissa tutkimuksissa on myös havaittu, että tässä oppimisvaikeudessa on tyypillisesti vakavia puutteita lukujonotaidossa (Aunola & Nurmi, 2018)

Matemaattiset vaikeudet voidaan jakaa kolmeen eri alatyypin: proseduraalinen vaikeus, semanttisen muistin vaikeus ja visuoalispataalinen vaikeus (Geary, 2003; Holopainen ym., 2007). Proseduraalinen vaikeus ilmenee heikkoina matemaattisten strategioiden osaamisena sekä siinä, että käsitteitä ei ymmärretä (Hakkarainen, 2016; Holopainen ym., 2007). Semanttisen muistin vaikeuteen liittyy taas aritmeettisten ongelmien mieleen palauttamisen vaikeus, laskuvaiheiden unohtaminen sekä hitaat, epätarkat ja epäjohdonmukaiset ongelmanratkaisutaidot (Fletcher ym., 2009; Hakkarainen, 2016; Holopainen ym., 2007). Visuospatiaalinen vaikeus on avaruudellisesti esitetyn informaation väärintulkintaa ja väärinymmärrystä (Hakkarainen, 2016; Holopainen ym., 2007).

Dyskalkulia on matematiikan peruslaskutaitojen vaikeus. Se eroaa muista matemaattisista oppimisvaikeuksista siten, että dyskalkuliaa on hankala tukea koulussa (Butterworth ym., 2011) eivätkä dyskalkuliasta kärsivien yksilöiden matemaattiset taidot yleensä kehity runsaasta harjoittelusta huolimatta (Glynnis, 2013; Räsänen & Ahonen, 2005). Siten se poikkeaa muista matemaattisista oppimisvaikeuksista, joissa riittävä aika ja harjoitus voivat olla merkittävä oppimisvaikeuden lieventäjä (Jarlskog, 2016; Räsänen & Ahonen, 2005). Dyskalkuliassa lukujen ymmärrys on vaikeaa, lukujen järjestystä ja kokoa ei ymmärretä suhteessa muihin lukuihin, ja dyskalkulian omaava ei tiedä millaisia vaikutuksia eri laskutoiminnoilla, esimerkiksi kertomisella tai vähentämisellä luvulle on. (Butterworth ym., 2011; Glynnis, 2013; Price, 2008; Sharma, 2015). Glynnisin (2013) mukaan myöskään laskumerkkien tarkoitusta ei välttämättä ymmärretä ja ne saatetaan sekoittaa toiseen merkkiin. Dyskalkuliassa ominaista on sekä hidas vastaaminen että väärät vastaukset (Glynnis, 2013). Yksi huomattava indikaattori tässä matematiikan peruslaskutaitojen oppimisvaikeudessa on vaikeus subitisaatiassa eli kyvyssä hahmottaa nopeasti pieni lukumäärä, (1–5) ilman laskemista (Babtie & Emerson, 2015; Glynnis, 2013). Dyskalkulia on siis peruslaskutaitojen heikkoutta (Räsänen, 2012). Heikko numerokäsitys ja laskemisen vaikeus hankaloittavat myös abstraktimpien matematiikan tehtävien tekemistä ja dyskalkulia voi vaikeuttaa muun muassa mittaamista sekä ajan ja rahamäärien hahmottamista (Babtie & Emerson, 2015; Glynnis, 2013; McCloskey, 2007). Lisäksi dyskalkuliassa voi esiintyä isojen lukujen visuaalistamisen sekä mentaalisen kuvan käsittelyn vaikeutta, jolloin myös geometria ja symmetria matematiikassa vaikeutuvat (Glynnis, 2013). Yleensä tähän

oppimisvaikeuteen liittyy matemaattisille oppimisvaikeuksille tyypillisesti heikkojen laskustrategioiden käyttöä, kuten kaikkien lukujen laskemista yksittäin sekä sormilla laskemista (Budden & Ansari, 2015; Glynnis, 2013).

3.2 Matemaattisten oppimisvaikeuksien syytausta

Matemaattisten vaikeuksien kirjo on laaja eikä oppimisvaikeuksien syyksi ole löydetty yhtä kognitiivista tai biologista selittäjää (Koponen ym., 2019). Yhdeksi syyksi voidaan esittää puutteelliset kyvyt representoida tai prosessoida tietoa matematiikan eri osa-alueista (Holopainen ym., 2007). Matemaattisten oppimisvaikeuksien kanssa esiintyy usein myös työmuistin ongelmia ja työmuistin heikkoa toimintaa onkin esitetty yhdeksi matemaattisten oppimisvaikeuksien syyksi. Geary (2004) ja Geary kollegoineen (2007) esittävät, että heikot muistin kokonaistaidot vaikuttavat siihen, että matemaattisen oppimisvaikeuden omaavat käyttävät ongelmanratkaisustrategioita, jotka ovat kypsymättömiä, kuten sormilla laskeminen ja siten proseduraaliset virheet kasvavat (Geary, 2004; Geary ym., 2007). Työmuisti ja konseptuaalinen tietoisuus vaikuttavat eri tavoin kehittyvään aritmeettiseen taitoon ja matemaattisten oppimisvaikeuksia omaavilla lapsilla on vaarana jäädä jälkeen näiden taitojen kehityksessä huonon työmuistinressin, heikon konseptuaalisen tietoisuuden tai molempien takia (Geary ym., 2007). Service ja Lehto (2005) tuovat esille työmuistin ja matemaattisten oppimisvaikeuksien kolme mahdollista yhteyttä. Ensiksi pieni työmuistikapasiteetti rajoittaa ongelmanratkaisua tehtävän ratkaisun aikana. Toiseksi rajoittunut työmuistikapasiteetti rajoittaa kykyä oppia ja siirtää säilömuistiin matematiikan tosiasioita ja sääntöjä. Kolmanneksi rajoittunut työmuisti vaikeuttaa matemaattisten faktojen palauttamista pitkäkestoisesta muistista (Service & Lehto, 2005). Toisaalta ristiriitaisia tutkimustuloksia on saatu, eivätkä kaikki tutkijat pidä työmuistin rajoittuneen kapasiteetin ja matematiikan oppimisvaikeuksien yhteyttä selvänä (ks. Yitzchak, 2014).

Lisäksi Geary kollegoineen (2007) esittää matematiikkavaikeuksien syiksi ongelmia pitkäkestoisessa muistissa, kuten vaikeuksia representoida tai siirtää aritmeettisia faktoja muistiin. Jos pitkäkestoisessa muistissa ei voida järjestellä visuospatiaalista informaatiota, matemaattisten faktojen ja strategioiden oppiminen vaikeutuu (Geary ym., 2007). Koponen kollegoineen (2019) nostaa esille, että jos yksilöllä on ongelmia visuospatiaalisen tiedon käsittelyssä, erityisesti geometrian, lukukäsitteen ja lukujärjestelmän kehittyminen voi vaikeutua. Heidän mukaansa vaikeuksia ilmenee tällöin luvun rakenteen ja paikka-arvotiedon käsittelyssä. Lisäksi lukuyksiköiden suhteiden prosessointi häiriintyy, mistä seuraa vaikeuksia laskea

moninumeroisilla luvuilla (Koponen ym., 2019). Kun pitkäkestoista muistista ei voida palauttaa lukuja mieleen, monet matemaattisista vaikeuksista, erityisesti dyskalkuliasta kärsivät, turvatutuvat heikkoihin strategioihin, kuten sormilla laskemiseen (Glynnis, 2013).

Dyskalkulian syyt ovat neurologisia. Tutkimustulokset eivät kuitenkaan kiistattomasti osoita sitä, minkä aivoalueen poikkeavasta toiminnasta dyskalkuliassa on kyse. Budgen ja Ansari (2015) nostavat esiin, että dyskalkulia voi johtua valkean aineen epänormaalia toiminnasta parientaalisella aivojen alueella sekä etulohkossa, kun taas Räsänen (2012) nostaa dyskalkulian syyksi rakenteelliset ja toiminnalliset poikkeavuudet päälakilohkolla (Budgen & Ansari, 2015 & Räsänen, 2012).

Matemaattisten oppimisvaikeuksien taustalla uskotaan olevan myös huomattava periytyvä komponentti (Räsänen, 2012), mutta tiettyä matemaattista oppimisvaikeutta aiheuttavaa geeniä ei ole vielä löydetty (Fletcher ym., 2009; Holopainen ym., 2007; Yitzchak, 2014). Lähisukulaisen, kuten sisaruksen tai vanhemman dyskalkulia kymmenkertaistaa riskin siihen, että yksilöllä on itselläänkin dyskalkulia (Glynnis, 2013). Lievempien matemaattisten oppimisvaikeuksien taustalla voivat olla myös motivaationaaliset ja sosiaaliset syyt (Babtie & Emerson, 2015; Mononen, 2017), jotka eivät kuitenkaan johdu häiriintyneestä tunne-elämästä tai muista kehityksellisistä häiriöistä (Fletcher, 2009; Koponen ym., 2019).

Matemaattisia oppimisvaikeuksia esiintyy usein yhdessä lukivaikeuden eli dysleksian kanssa (Mononen, 2017; Price, 2008). Uskotaan, että esimerkiksi dyskalkulia esiintyessään yhdessä dysleksian kanssa johtuu eri syystä kuin niillä yksilöillä, joilla on pelkästään dyskalkulia (Landerl, Fussenegger, Moll & Willburger, 2009; Price, 2008). Price (2008) sai tutkimuksessaan tulokseksi, että lapset, joilla on sekä dyskalkulia että dysleksia, eivät osoittaneet kehittymätöntä represensaatiota numeraalisesta koosta toisin kuin vain dyskalkulian omaavat lapset. Hänen tutkimuksessaan sekä dyskalkuliasta että dysleksiasta kärsivät lapset pärjäsivät huonosti symbolisissa, mutteivat ei-symbolisissa matematiikan tehtävissä. Syynä voi olla spesifi vaikeus etsiä numeraalista ja semanttista informaatiota symbolisen stimuluksen yhteydessä (Price, 2008). Hänen tutkimustuloksiaan täytyy kuitenkin katsoa kriittisesti, sillä osa tuloksista on vain marginaalisesti merkittäviä. Landerl kollegoineen (2009) saivat tutkimustuloksekseen, että komorbidiryhmää eli lapsia, joilla on sekä dysleksia että dyskalkulia, yhdisti fonologiset vaikeudet, kun taas lapsilla, joilla oli pelkästään dyskalkulia, näin ei ollut. Tutkimuksen johtopäätökseksi saatiin, että näitä kahta oppimisvaikeutta määrittävät erilaiset kognitiiviset vaikeudet (Landerl ym., 2009).

3.3 Matematiikka-ahdistus

Matematiikka-ahdistus on tunnepohjainen reaktio, jossa matematiikkaa ja matemaattisia tilanteita kohtaan on negatiivisia tuntemuksia (Ashcraft & Ridley, 2005; Ashcraft ym., 2007; Mononen ym., 2017), kuten jännitystä, pelkoa sekä lamautumista (Ashcraft 2002; Hannula & Holm 2018; Lyons & Beilock, 2012). Matematiikka-ahdistus voi aiheuttaa jopa tunteen siitä, että yksilö on kyvytön tekemään matematiikan tehtäviä (Akin & Kurbanoglu, 2011). Tätä ahdistusta voi esiintyä niin formaaleimmissa matematiikan tilanteissa, kuten tehtäessä matematiikan tehtäviä luokassa tai matematiikkakokeessa, mutta myös jokapäiväisissä tilanteissa kuten maksettaessa laskua ravintolassa (Ashcraft & Moore, 2009; Ashcraft & Ridley, 2005). Tutkimuksissa tätä ahdistusta on kutsuttu myös muun muassa nimillä pseudo dyskalkulia (Jarslkog, 2016) tai matematiikkapelko (mm. Huhtala, 2000). Devinen ja kollegoiden (2018) mukaan matematiikka-ahdistus ei ole sama asia kuin erilaiset ahdistuneisuushäiriöt tai spesiaalit fobiat, eikä sitä tunnisteta esimerkiksi DSM-5 tai ICD-10 tautiluokituksissa. Se on kuitenkin laajasti tunnettu ilmiö pedagogisessa ja psykologisissa tutkimuksissa (Devine ym., 2018).

Mononen kollegoineen (2017) jakaa matematiikka-ahdistukseen kognitiiviseen ja emotionaaliseen. Emotionaalinen matematiikka-ahdistus on heidän mukaansa enemmän tilannekohtaista ja esiintyy esimerkiksi tilanteissa, joissa tehdään matematiikan tehtäviä ja kokeita. Kognitiivinen matematiikka-ahdistus on pysyvämpää huolta omasta pärjäämisestä matematiikassa (Mononen ym., 2017). Jossain tutkimuksissa matematiikka-ahdistus on jaettu jatkuvaan luonteenpiirteille ominaiseen (*habitual, trait*) ahdistukseen ja hetkittäiseen oloon (*momentory, state*) (ks. Goetz, Bieg, Lüdtke, Pekrun & Hall, 2013). Koponen kollegoineen (2019) puhuu siitä, kuinka matematiikka-ahdistusta voi esiintyä kaikilla hetkittäin, mutta toisilla sitä on niin usein, että taipumusta matematiikka-ahdistukseen voidaan pitää heitä kuvaavana piirteenä (Koponen ym., 2019).

Huhtalan ja Laineen (2004) tutkimuksessa käytetty aineisto lähihoitaja- ja luokanopettajaopiskelijoista osoittaa, että matematiikka-ahdistus voi olla kokemuksena vaihteleva. Pienimillään se on pientä jännitystä mahassa ja pahimmallaan matematiikka aiheuttaa suunnatonta ahdistusta (Huhtala & Laine, 2004). Heidän tutkimuksensa aineistot perustuvat Huhtalan väitöstutkimukseen (2000) lähihoitajaopiskelijoiden omasta matematiikasta ja Pietilän väitöstutkimukseen (2002) luokanopettajaopiskelijoiden matematiikkakuvasta. Hannula ja Holm (2018) nostavat esiin, että matematiikka-ahdistuksen lievemmätkin muodot heikentävät matematiikan

oppimista ja saavat välttelemään matematiikkaa. Matematiikka-ahdistus on sekä subjektiivinen, kognitiivinen että fysiologinen tila, ja voi aiheuttaa muun muassa huolestuneisuutta (kognitio) ja erilaisia fysiologisia oireita, kuten sydämentykytystä (Hannula & Holm, 2018).

Matematiikka-ahdistuksesta kärsivät eivät nauti matematiikasta ja tuntevat matalaa itsetuntoa sen suhteen (Ashcraft ym., 2007). Tämä ahdistus on myös yhteydessä matematiikan välttelyyn (Moore, McAuley, Allred & Ashcraft, 2015; Perkkilä, 2012) ja korreloi negatiivisesti sen kanssa, että yksilö opiskelisi korkeakoulutasoista matematiikkaa (Ashcraft ym., 2007). Moore ja kollegat (2015) nostavat esiin mahdollisuuden siitä, että matematiikka-ahdistus kuluttaa työmuistin resursseja niin paljon, että siitä kärsivät alkavat siksi vältellä tilanteita, joissa matematiikka on osana (Moore ym., 2015). Matematiikka-ahdistus ei ole yhteydessä älykkyyteen (Ashcraft ym., 2007 & Maloney, 2011).

Tutkimustulokset siitä, minkä ikäisenä tätä ahdistusta aletaan kokea ensimmäisen kerran, ovat olleet ristiriitaisia. Ashcraft ja Mooren (2009) tutkimuksessa kolmea ensimmäistä vuotta koulussa käyvät oppilaat eivät raportoineet matematiikka-ahdistuksesta. Sen sijaan nelos- ja viidesluokkalaisissa alkoi jo näkyä merkkejä matematiikan aiheuttamasta lamaantumisesta (Ashcraft & Moore, 2009). Ramirez, Gundersonin, Levisin ja Beilockin (2013) tutkimuksessa käytettiin CMAQ-mittaria (*Child Math Anxiety Questionnaire*) matematiikka-ahdistuksen selvittämiseksi ja saatiin tulokseksi, että jo ensimmäisen ja toisen vuosiluokan oppilaat raportoivat matematiikka-ahdistuksesta (Ramirez ym., 2013).

3.4 Matematiikka-ahdistuksen syystä

Tulokset matematiikka-ahdistuksen syistä ovat tutkimuksissa olleet moninaisia. Lyonsin ja Beilockin (2012) tutkimuksessa saatiin selville, että mitä enemmän matematiikka-ahdistusta koki, sitä enemmän sellaisissa aivojen alueissa, jotka havaitsevat sisäelinten kokemaan uhkaa ja kipua, oli lisääntynyttä toimintaa. Heidän tutkimustuloksissaan tätä yhteyttä ei kuitenkaan nähty itse matematiikan suorituksen aikana, vaan silloin kun suoritukseen varauduttiin. Siten jo itse matematiikkaan valmistautuminen sai kipua ja uhkaa havaitsevat aivoalueet aktiiviseksi (Lyons & Beilock, 2012). Myös Suárez-Pellicioni, Núñez-Peña ja Colomé (2015) tuovat tutkimusartikkelissaan esille matematiikka-ahdistuksen yhteyden näihin tiettyihin aivojen alueisiin ja etenkin manteliumakkeeseen, joka prosessoi pelkoa aivoissa. Heidän mielestään tämä matematiikka-ahdistuksen ja tiettyjen aivoalueiden aktiivisuuden yhteys selittää, miksi

matematiikka-ahdistus saa välttelemään matematiikkaa universaalisti (Suárez-Pellicioni ym., 2015). Myös työmuistin ongelmat ovat yhteydessä matematiikka-ahdistukseen, koska ne vaikuttavat monivaiheisten matematiikan tehtävien tekemistä ja siten lisäävät ahdistusta (Ashcraft ym., 2007).

Suárez-Pellicioni kollegoineen (2015) nostaa esille, että matematiikka-ahdistusta aiheuttaa myös se, että vanhemmat epäilevät lastensa matemaattisia taitoja ja omaavat negatiivisia asenteita matematiikka kohtaan. Siten he ikään kuin siirtävät lapsilleen negatiivisen kuvan matematiikasta ja saavat nämä epäilemään omia matemaattisia kykyjään. Tutkimusartikkelissa tuodaan myös esille, että matematiikka-ahdistuksen jatkuvuutta pitää yllä se, että voimakkaasti matematiikasta ahdistunut henkilö saa epäonnistuessaan vahvan negatiivisen reaktion, joka lisää negatiivisia asenteita ja välttelyä matematiikkaa kohtaan. Negatiiviset asenteet ja matematiikan välttely ylläpitävät matematiikka-ahdistusta (Suárez-Pellicioni ym., 2015).

Matematiikka-ahdistuksen on nähty myös olevan lopputulema heikosta itsetunnosta ja pelosta, että epäonnistuu (Karimi & Venkatesh, 2009; Venkatesh & Karimi, 2010). Koulukontekstissa se, että opettaja vaatii paljon ja tukee vähän, lisää oppilaiden matematiikka-ahdistusta ja matematiikan välttelyä (Ashcraft ym., 2007). Huhtalan (2000) ja Huhtalan ja Laineen (2004) mukaan perinteinen opetustyyli, jossa opettaja korostaa sääntöjä ja kaavoja sekä mekaanista tekemistä ja ulkoa oppimista, saa monet opiskelijat vieraantumaan matematiikasta. Heidän mukaansa perinteinen opetustyyli ei kuitenkaan aina ole matematiikka-ahdistuksen syynä, sillä jotkut oppilaat ja opiskelijat pitävät enemmän perinteisestä opetustyylistä. Joidenkin matematiikka-ahdistuksesta kärsivien oppilaiden mielestä tarkoin ohjein etenevä matematiikan opetus on hyvä, koska matematiikka-ahdistus on este heidän omalle intuitiiviselle ajattelulleen. (Huhtala, 2000 & Huhtala & Laine, 2004). Huhtalan mukaan on mahdollista, että joillakin matematiikka-ahdistusta esiintyy vain sosiaalisissa tilanteissa ja sen syynä on sosiaalinen pelko siitä, että muut näkevät heidän osaamattomuutensa (Huhtala, 2000).

4. Matematiikka-ahdistuksen yhteys matemaattiseen suoriutumiseen ja matematiikan oppimisvaikeuksiin

Monet tutkijat ovat tuoneet esille matematiikka-ahdistuksen negatiivisen yhteyden matemaattiseen suoritukseen (Akin & Kurbanoglu, 2011). Tässä luvussa käsitellään ensin, miten matematiikka-ahdistus voi heikentää matemaattista suoriutumista. Sen jälkeen tuodaan esille se, miten matematiikka-ahdistus ilmenee niillä yksilöillä, joilla on todettu matemaattinen oppimisvaikeus.

4.1 Matematiikka-ahdistuksen negatiivinen vaikutus matemaattiseen suoriutumiseen

Aschraft (2007) kollegoineen tuo esille, kuinka matematiikka-ahdistuksen yhteys matemaattiseen suoriutumiseen on vahvan negatiivinen. Heidän mukaansa matematiikka-ahdistuksesta kärsivät yksilöt omaavat negatiivisen asenteen matematiikka kohtaan ja itsestään sen oppijana, ja siksi karttavat matematiikkaa mahdollisimman paljon. Tästä syntyy kierre, jossa matematiikkaa opiskellaan mahdollisimman vähän ja samalla matematiikkaa myös opitaan vähän (Aschcraft & Ridley, 2005; Aschcraft ym., 2007). Aschraftin ja kollegoiden (2007) mukaan huono asenne matematiikkaa kohtaan ja matematiikka-ahdistus vaikeuttavat matemaattista oppimista heikomman keskittymisen, motivaation ja ahkeruuden kautta (Aschraft ym., 2007).

Ashcraft ja Ridley (2005) nostavat esiin, että matematiikka-ahdistus kuormittaa oppijaa niin paljon, että vaikka tämä onnistuisikin kiinnittämään huomionsa merkittävään matemaattiseen tietoon oppitunnilla, hänen oppimisensa voi silti olla ahdistuksen takia vaarassa (Aschraft & Ridley, 2005). Myös Mononen kollegoineen (2017) nostaa esiin, kuinka matematiikka-ahdistus heikentää oppilaan luottamusta omiin matemaattisiin taitoihinsa. Heidän mukaansa matematiikka-ahdistus kuormittaa oppilaan kognitiivisia resursseja ja siten heikentää matemaattista suoriutumista riippumatta siitä, millä tasolla tämän taidot ovat. Siten matematiikka-ahdistus on olemassa myös hyvin matematiikassa pärjääville ja heikentää myös heidän suoritustaan (Koponen ym., 2019; Mononen ym., 2017).

Matematiikka-ahdistuksen heikentävää vaikutusta matemaattiseen suoriutumiseen on selitetty sillä, että ahdistus vähentää oppijan työmuistikapasiteettiä. Matematiikka-ahdistus saa keskittymiskyvyn suuntautumaan matemaattisten tehtävien ratkaisemisen sijaan huolenaiheisiin, kuten epäonnistumisen pelkoon tai taitojen riittämättömyydestä huolehtimiseen (Mononen ym.,

2017). Siten ahdistus häiritsee oppijan kognitiivista työskentelyä ja oppiminen vaarantuu (Ashcraft, 2002).

Ashcraft ja Moore (2009) saivat tutkiessaan yliopisto-opiskelijoita tuloksen siitä, että matematiikka-ahdistus vaikuttaa niin laboratoriokoeolosuhteissa kuin koulukontekstissa matemaattisen suoriutumiseen siten, että syntyy affektiivinen eli tunnepohjainen pudotus (*affective drop*). Tällä he tarkoittavat sitä, että vaikea-asteisesta matematiikka-ahdistuksesta kärsivät kuluttavat työmuistikapasiteettiaan niin paljon ahdistukseen, että paljon muistia tai eri vaiheita vaativien matemaattisten tehtävien tekeminen muuttuu haastavaksi. Siten heidän mielestään näiden yksilöiden oikeat matemaattiset kyvyt voivat jäädä näkymättä affektiivisen pudotuksen takia. He korostavat, että affektiivisen pudotuksen vaikutukset näkyvät varsinkin tiivisti aikataulutetuissa kokeissa. On siis vaikea sanoa, onko vaikea-asteisesta matematiikka-ahdistuksesta kärsivien oppiminen muihin verrattuna vähäisempää, koska tuloksia vääristää affektiivinen pudotus (Ashcraft & Moore, 2009). Myös Maloney, Schaeff ja Beilock (2013) tulevat lopputulokseen siitä, että negatiiviset ajatukset kuluttavat työmuistia ja siten laskevat monen vaikeasti ahdistuneen aikuisen suoriutumista matematiikasta. Toisaalta he korostavat, että vaikea-asteisesta matematiikka-ahdistuksesta kärsivät eivät pärjää aina vähemmän ahdistuneita huonommin (Maloney ym., 2013).

Tuoreessa tutkimuksessa Skagerlund, Östergren, Västfjäll ja Träff (2019) tutkivat ruotsalaisia yliopisto-opiskelijoita ja heidän matematiikka-ahdistuksensa, työmuistin ja numeraalisen prosessoinnin taitojen yhteyttä. Heidän tutkimuksessaan Ashcraftin ja Mooren esittelemä affektiivinen pudotus näkyi yhtenä merkittävänä selittäjänä sille, miksi matematiikka-ahdistus heikentää matemaattista suoriutumista. Lisäksi he löysivät kaksi muuta tapaa, miten matematiikka-ahdistus vaikuttaa matemaattisen suoriutumiseen negatiivisesti: epäsuorasti numeraalisen prosessoinnin kautta sekä suorasti siten, että matematiikka-ahdistus on yhteydessä matematiikan välttelyyn. Välttely vaikeuttaa matemaattista suoriutumista (Skagerlund ym., 2019).

Mononen kollegoineen (2017) nostaa esiin havainnoin siitä, että matematiikka-ahdistuksen kultaessa työmuistia paljon, ovat varsinkin heikomman työmuistikapasiteetin omaavat vaarassa altistua matematiikka-ahdistuksen aiheuttamalle negatiiviselle suoriutumiselle (Mononen ym., 2017). Millerin ja Bichselin (2004) tutkimuksessa verrattiin vaikeasti ahdistuneita korkean työmuistikapasiteetin omaavia yksilöitä sekä vaikeasti ahdistuneita heikon työmuistinkapasiteetin omaavia. Tulokset olivat, että korkeamman työmuistin omaavat pärjäsivät perustasoisessa

matematiikassa paremmin. Millerin ja Bichselin mukaan korkeampi työmuisti auttoi helpommin selviytymään tehtävästä (Miller & Bichsel, 2004).

Uudemmat tutkimustulokset osoittavat erilaisen yhteyden työmuistin ja matematiikka-ahdistuksen välillä. Ramirez ja kollegat tuovat (2013) tutkimuksensa päätuloksena esiin, että lapsilla, joilla on korkea työmuistikapasiteetti, on negatiivinen yhteys matemaattisen suoriutumisen ja matematiikka-ahdistuksen välillä. Tutkijat selittävät tätä sillä, että nämä lapset käyttävät vaativampia ja enemmän työmuistia kuormittavia keinoja ratkaistessaan matematiikan tehtäviä, joten matematiikka-ahdistus häiritsi enemmän heidän työmuistiaan ja suoriutumistaan, kun heikomman työmuistin omaavien lapsien. He pitivät tutkimustulosta huolestuttavana, koska korkeamman työmuistikapasiteetin omaavilla lapsilla on suuremmat potentiaalit pärjätä matemaattisesti, mutta matematiikka-ahdistuksella ja heidän korkealla työmuistikapasiteetillansa on vahingollinen yhteys matemaattiselle suoriutumiselle (Ramirez ym., 2013). Vukovic, Kieffer, Bailey ja Harari (2013) saivat tutkimuksessaan samanlaisen tuloksen korkean työmuistikapasiteetin ja matematiikka-ahdistuksen haitallisesta suhteesta kakkos- ja kolmasluokkalaisten matemaattiselle suoriutumiselle. Lisäksi heidän tutkimuksessaan, jossa työmuistin lisäksi testattiin matematiikka-ahdistuksen yhteyttä geometriaan, matematiikan strategioihin ja laskemisen taitoihin, saatiin tulos, että matematiikka-ahdistus on toisille oppilaille haitallisempaa oppimisen näkökulmasta kuin toisille. He nostavat esiin, että matematiikka-ahdistus vaikuttaa myös eri tavalla matematiikan eri taitoihin, eikä heidän tutkimuksessaan sillä ollut yhteyttä geometriseen suoriutumiseen toisin kuin muihin osa-alueisiin. Kysymys kuitenkin herää, ymmärtävätkö lapset tämän ikäisenä eri muotojen olevan osana matematiikkaa ja siksi geometria ei korreloinut tutkimuksessa matematiikka-ahdistuksen kanssa. Kaiken kaikkiaan tutkimus olettaa, että matematiikka-ahdistus ei ainoastaan vaikeuta joidenkin lasten matemaattista suoriutumista, vaan myös vaikuttaa siihen, paljonko jotkut lapset voivat ylipäänsä oppia matematiikkaa (Vukovic ym., 2013).

Aschraft ja Ridley (2005) korostavat kuinka matematiikka-ahdistus heikentää suoriutumista universaalisti siitä huolimatta, minkä tasoinen tai tyyppinen matematiikantehtävä on kyseessä (Aschraft & Ridley, 2005). Matematiikka-ahdistus on myös yhteydessä suureen määrään virheitä tehtäviä tehtäessä (Ashcraft ym., 2007 & Aschraft & Moore, 2009). On raportoitu siitä, että matematiikka-ahdistus nopeuttaa laskutahtia oikeiden vastausten kustannuksella, tehtävästä halutaan päästä nopeasti eroon (Ashcraft ym., 2007 & Moore ym., 2015). Aschraft ja Moore (2009) nostavat esiin, kuinka eri tilanteet voivat lisätä matematiikka-ahdistusta: koetillanne hyvin varmasti, muiden edessä vastaaminen ja tehtävän ratkaiseminen melko varmasti ja

mahdollisesti pelkässä matematiikan luokassa oleminen (Ashcraft & Moore, 2009). Sillä ei tosin loppu tuleman kannalta näytä olevan väliä, mikä ahdistuksen laukaisee, numerot itsessään vai sosiaalinen tilanne, sillä Wun, Barthin, Aminin, Malcarnen ja Menonin (2012) tutkimus osoittaa, että oli syy mikä tahansa, ahdistuksella on joka tapauksessa haitallinen vaikutus matemaattiselle suoritukselle (Wu ym., 2012).

4.2 Matematiikka-ahdistuksen yhteys matemaattisiin oppimisvaikeuksiin

Matematiikka-ahdistus on yleistä lapsilla ja opiskelijoilla, joilla on matematiikan oppimisvaikeus (Koponen ym., 2019; Holopainen ym., 2007; Wong ym., 2008). Wun, Willcuttin, Escobarin ja Menonin (2014) tutkimuksessa saatiin tulokseksi, että matematiikan oppimisvaikeuksia omaavilla oppilailla oli selkeästi enemmän matematiikka-ahdistusta kuin niin sanotuilla tyypillisesti matematiikassa kehittyneillä oppilailla. Tulokset tuovat esiin, että tutkittaessa muita ahdistuksia, kuten ahdistuneisuushäiriöitä, nämä ryhmät eivät tuloksiltaan eronneet keskenään (Wu ym., 2014).

Maloneyn (2011) sai väitöstutkimuksessaan tuloksen, että vaikeasti matematiikasta ahdistuneet pärjäsivät muita testattavia huonommin laskemisessa, numeroiden vertailemisessa ja avaruudellisessa prosessoinnissa. Maloneyn mukaan data antaa ymmärtää, että yksilöillä, jotka ahdistuvat matematiikasta vaikeasti, on vajetta matematiikan perusprosessoinnissa, kuten luettelomisessa. Tulosten perusteella voidaan olettaa, että vaikeasti ahdistuneilla on vähemmän tarkkoja reprensentaatioita numeroista kuin vähemmän ahdistuneilla. Hänen mukaansa vaikeasti matematiikka-ahdistuneilla ei ole siis vaikeuksia vain monimutkaisissa ongelmanratkaisuisissa ja matematiikan tehtävissä, vaan myös perustason numeraalisessa prosessoinnissa. Tutkimus osoittaa myös selkeästi, että varsinkin visuaalisessa prosessoinnissa on vaikeuksia monella vaikeasti ahdistuneella (Maloney, 2011).

Maloneyn, Waechterin, Riskon ja Fugelsangin (2012) tutkimuksessa tutkittiin ensin yliopisto-opiskelijoiden ja sitten muiden aikuisten matematiikka-ahdistuksen ja visuaalisen prosessoinnin yhteyttä. Tutkimukset osoittivat, että visuaalinen prosessointi ja matematiikka-ahdistus korreloivat negatiivisesti keskenään. Tulokset herättivät pohdintaa siitä, onko niillä, jotka ovat heikkoja visuaalisessa prosessoinnissa, huonompia matematiikkakokemuksia ja siten matematiikka-ahdistusta. Tulokset herättävät myös kysymyksen, johtuuko naisten vaikea-asteinen matematiikka-ahdistus heidän huonommasta visuaalisesta prosessoinnin taidostaan verrattuna

miehiin. Tutkimuksessa kävi ilmi, että sukupuolierot matematiikka-ahdistuksessa lieventyvät, kun muuttujaksi lisätään visuaalisen prosessoinnin taidot (Maloney ym., 2011). Tutkimustulokset ovat mielenkiintoisia sen osalta, että useat tutkimukset ovat osoittaneet naisten ja miesten yhtä hyvältä matemaattisesta suoriutumisesta, mutta naiset ahdistuvat miehiä selkeästi enemmän matematiikasta (ks. Karimi & Venkatesh, 2009 Venkatesh & Karimi, 2010).

Devinin ja kollegoiden (2018) tutkimuksessa saatiin selville, että dyskalkulian omaavilla lapsilla on kaksinkertainen mahdollisuus saada matematiikka-ahdistus verrattuna matematiikassa tyypillisesti suoriutuneisiin lapsiin. Tutkimusdatan perusteella voidaan päätellä, että joka viidennellä lapsella, jolla on dyskalkulia, on vaikea-asteinen matematiikka-ahdistus. Huomattavaa kuitenkin on, että tutkimuksessa 77 % niistä lapsista, joilla oli vaikea-asteinen matematiikka-ahdistus, suoriutui matematiikan tehtävistä tyypillisesti tai hyvin. Tutkijat pohtivat, että matematiikka-ahdistus ei ole aina yhteydessä matematiikan oppimisvaikeuteen, koska esimerkiksi dyskalkulian omaavilla lapsilla ei välttämättä ole suuria odotuksia omasta matematiikan suoriutumisestaan tai tarvittavia metakognitiivisia taitojaan arvioida omia taitoja täsmällisesti (Devine ym., 2018).

5. Matematiikan haasteiden merkitykset aikuisen elämässä

Tässä luvussa tarkastellaan tutkimustiedon valossa, millaisia merkityksiä matematiikan haasteilla eli matemaattisilla oppimisvaikeuksilla ja matematiikka-ahdistuksella on yksilön aikuiselämään. Huomiota kiinnitetään siihen, miten nämä tekijät vaikuttavat työllisyyteen, työntekoon, kouluttautumiseen ja mielenterveyteen. Erilaisia oppimisvaikeuksia on tarkasteltava myös peruskoulun loppumisen jälkeen (Lavikainen ym., 2006). Oppimisvaikeudet eivät vaikuta vain kouluikäisenä, vaan voivat vaikuttaa myös aikuiselämässä monin eri tavoin (Eloranta, 2019). Drägerin (2015) mukaan matematiikan vaikeudet heijastuvat kaikille elämän osa-alueilla kouluttautumisesta opiskeluun, arkielämään ja taloudenhoitoon (Dräger, 2015).

5.1. Matematiikan haasteet ja koulutus

Korhosen ja kollegoiden (2018) mukaan neljä viidestä oppimisvaikeuksista kärsivästä nuoresta hakeutuu ammatilliseen koulutukseen (Korhonen ym., 2018). Myös Hakkaraisen (2016) tutkimuksessa oppimisvaikeuksia omaavista nuorista suurin osa hakeutui ammatilliseen koulutukseen. Tämä oli erityisesti läsnä pojilla. Mitä enemmän oppimisvaikeuksia oli koettu peruskoulussa, sitä useammin hakeuduttiin ammatilliseen koulutukseen lukion sijaan. Matematiikan vaikeudet myös vaikeuttivat sisäänpääsyä lukioon (Hakkarainen ym., 2016).

Aschcraftin ja kollegoiden (2007) mukaan matematiikka-ahdistus on vahvasti yhteydessä matematiikan välttelyyn. Se lisää myös korkeakoulutasoisen matematiikan välttelyä ja siten vaikuttaa vahvasti uramahdollisuuksiin (Ashcraft, 2002; Ashcraft ym., 2007; Ashcraft & Moore, 2009). Korkeakoulussa opiskelevat matematiikka-ahdistuksesta kärsivät välttelevät matemaatiikkaan liittyviä kursseja (Ashcraft, 2002). Ashcraft ja Moore (2009) arvelevat fysiikkaa, tekniikkaa ja matemaattisia aloja opiskelevilla olevan vähän matematiikka-ahdistusta verrattuna humanistisia ja ei-matemaattisia aloja opiskeleviin (Ashcraft & Moore, 2009). Ashcraft ja Ridley (2005) nostavat esiin, että matematiikka-ahdistuksesta kärsivät välttelevät myös kasvatuksellisia ja opetusaloja, koska ne sisältävät usein matematiikan opiskelua ja opettamista (Ashcraft & Ridley, 2005). Matematiikka-ahdistuksesta kärsivät pärjäävät huonosti kursseilla, joissa on matematiikkaa (Maloney ym., 2013).

Korkeamäen (2010) tutkimuksessa matemaattisen oppimisvaikeuden omaavat kertovat, että aikuiskoulutuksessa opiskeleminen oli vaikeaa matematiikan vuoksi ja erityisesti hoitoalaa opiskelevat puhuivat vaikeuksista lääkelaskujen kanssa. Korkeamäen tutkimuksessa opiskelijat

toivat myös esiin, että aikuiskoulutuksessa he eivät halunneet puhua oppimisvaikeudestaan muille leimautumisen pelossa (Korkeamäki, 2010).

Hakkaraisen (2016) väitöstutkimuksessa matemaattiset oppimisvaikeudet olivat selkeämmin yhteydessä toiseen asteen opintojen keskeyttämiseen verrattuna esimerkiksi lukemisen vaikeuksiin. Matemaattiset vaikeudet lisäsivät myös todennäköisyyttä siihen, että kouluttautumista ei jatkettu toisen asteen jälkeen. Ne olivat myös yhteydessä koulutuksesta valmistumisen viivästymiseen ja heikompaan menestykseen opinnoissa. Matemaattisten vaikeuksien takia koulutus saattoi keskeytyä, vaikka yksilö olisi saanut tukea vaikeuksiinsa. Tutkimus osoittaa, että vaikutukset ovat samat, opiskeli sitten lukiossa tai ammatillisessa koulussa. Matemaattiset vaikeudet yhteydessä prososiaalisten vaikeuksien kanssa lisäsivät riskiä siihen, että yksilö päätyi ystäväystymään sellaisten henkilöiden kanssa, jotka eivät kiinnittyneet mihinkään koulutukseen tai työelämään viisi vuotta peruskoulun päättymisen jälkeen (Hakkarainen, 2016). Hakkaraisen tutkimuksessa positiivinen tulos oli se, että hieman yli puolet matemaattisista vaikeuksista kärsivistä tutkittavista ilmoitti haluavansa jatkaa opiskelemista korkeakoulussa. Näistä nuorista kuitenkin vain 10–15 % lopulta pääsi yliopistoon tai ammattikorkeakouluun. Hakkarainen haluaa muistuttaa, että tutkimus koski alle 30-vuotiaita, joiden koulutus- ja uravalinnat eivät millään tasolla ole vielä staattisia ja siten heillä on mahdollisuus päästä koulutukseen ja työelämään myöhemminkin (Hakkarainen, 2016). Lavikaisen ja kollegoiden (2006) tutkimuksessa henkilöillä, joilla oli ollut lapsuusajan oppimisvaikeuksia, oli merkittävästi alhaisempi koulutusaste kuin muilla. Korkein suoritettu ja meneillään oleva koulutus oli yleisemmin perus- tai keskiaste verrattuna muihin (Lavikainen ym., 2006).

5.2 Matemaattiset haasteet ja työllisyys ja työnteke

Korhosen ja kollegoiden (2018) mukaan nuorilla aikuisilla, joilla on oppimisvaikeuksia, on pienemmät vuositasen ansiot ja viikoittaiset työmäärät, kun normaalisti menestyneillä opiskelutovereilla (Korhonen ym., 2018). McCloskey (2007) nostaa esille, kuinka dyskalkulian omaavilla yksilöillä on vaikeuksia varsinkin työelämässä 2000-luvulla koska laskennalliset taidot ovat nykyaikana välttämättömiä monessa eri asiassa (McCloskey, 2007).

Korkeamäen (2010) tutkimuksessa matemaattisen oppimisvaikeuden omaavat aikuiset eivät kertoneet haasteista työelämässä (Korkeamäki, 2010). Myös Madauksen (2006) yhdysvaltalaisista tehdyssä tutkimuksessa on positiivisia tuloksia: 75 % oppimisvaikeuksista kärsivistä

korkeakoulutetuista aikuisista oli kokopäivätoissa. Vastaajista 12 % oli työttöminä. Madauksen mukaan yleisesti oppimisvaikeuksista kärsivien korkeakoulusta valmistuneiden tilanne on tutkimuksen valossa hyvä. Työllisyysaste, palkkataso ja etujen saanti vastaavat normaalia Yhdysvaltojen tasoa. Madaus korostaa, että oppimisvaikeuksista kärsivien aikuisten välttämätön tae työsaannin kannalta on tutkinto (Madaus, 2006).

Madauksen (2006) tutkimuksessa 73 % yliopistosta valmistuneista oppimisvaikeuksia omaavista henkilöistä koki oppimisvaikeuden vaikuttavan työskentelyyn. Vastaajista 55 % oli kertonut oppimisvaikeudestaan työpaikalla. Niistä, jotka eivät halunneet kertoa vaikeudestaan työpaikalla, 30 % oli huolissaan oppimisvaikeuden vaikuttavan negatiivisesti työnantajaan ja 29 % taas työkaveriinkin. Työturvallisuutensa takia kertomatta jätti 20 % ja neljä prosenttia kertoi, ettei halua kertoa, koska edellisessä työpaikassa kertominen aiheutti ongelmia (Madaus, 2006). Myös Madauksen, Rubanin, Foleyn ja McGuiren (2003) tutkimuksessa yliopistosta valmistuneiden opiskelijoiden työllisyystilanne oli oppimisvaikeudesta huolimatta hyvä, sillä 87 % oli töissä. Vastaajista 90 % kertoi oppimisvaikeuden vaikuttavan työnteekoon, mutta vain 69 % heistä oli kertonut siitä työpaikalla. Monet vastaajista kertoivat keksivänsä keinoja, joilla pyrkivät minimoimaan oppimisvaikeuden negatiiviset vaikutukset työpaikallaan. Näistä 35 % etsi hiljaisen tilan työskennellä, 32 % käytti vapaa-aikaansa, jotta sai työn tehtyä valmiiksi ja 24 % kertoi käyttävänsä teknologiaa apuna. Useat vastaajista kertoivat myös pyytävänsä apua kokeneimmilta työkavereilta, priorisoivansa työtehtäviä ja olevansa peräänantamattomia. Madausin ja kollegoiden tutkimuksessa tutkittavien työtyytyväisyys oli korkea, 74 % oli tyytyväisiä. Moni myös kertoi olevansa erittäin varma tai varma siitä, että selviää työn erilaisista haasteista (Madaus ym., 2003).

Aron ja kollegoiden (2019) tuoreessa tutkimuksessa tutkittiin lapsuusajan oppimisvaikeuksien yhteyttä aikuiselämän hyvinvointiin. Aineistona oli tutkittavien dataa oppimisvaikeuslinikalta (CDL, Clinic for Learning Disorders), jossa he olivat käyneet sekä Kansaneläkelaitoksesta (Kela) saatua tietoa tutkittavien sosiaalista etuuksista ja korvauksista. Tutkimuksessa kontrolliryhmänä oli satunnaistettu joukko yksilöitä rekisterikeskuksesta. Tutkimuksessa käy ilmi, että oppimisvaikeudesta kärsivillä, monilla ei ollut peruskoulun jälkeistä tutkintoa ja he olivat olleet työttöminä pitkään. Matemaattiset vaikeudet olivat eniten yhteydessä pitkään työttömyysaikaan verrattuna muihin oppimisvaikeuksiin. Matemaattisen oppimisvaikeuden omaavat olivat olleet keskimäärin yli 258 päivää enemmän työttömänä verrattuna lukivaikeudesta kärsiviin. Oppimisvaikeudesta kärsivien syy työttömyyteen oli kontrolliryhmään verrattuna yleisimmin mielenterveys. Tämä näkyi muun muassa siinä, että oppimisvaikeuksista kärsivät olivat

kontrolliryhmää useammin työkyvyttömyyseläkkeellä ja saivat sairaspäivärahaa. Matemaattisista oppimisvaikeuksista kärsivistä 30 % oli työttömänä (Aro ym., 2019). Elorannan (2019) väitöskirjatutkimuksessa lapsuusajan oppimisvaikeus oli suoraan yhteydessä aikuisiän työttömyyteen. Merkittävää oli, että oppimisvaikeuden vaikutus työttömyyteen säilyi, vaikka henkilöllä olisi ollut korkeakoulukoulutus. Myös Elorannan tutkimuksessa työttömyyden syynä oppimisvaikeudesta kärsivillä olivat usein mielenterveyden ongelmat, suuri vaikutus oli varsinkin nuoruusiän diagnosoiduilla psykiatrisilla ongelmilla (Eloranta, 2019). Myös Lavikaisen ja kollegoiden (2006) tutkimuksessa lapsuusajan oppimisvaikeudet olivat suoraan yhteydessä työttömyyteen, erityisesti pitkäaikaistyöttömyyteen. Oppimisvaikeuksista kärsineet naiset olivat suuremmilta osin kotona hoitamassa omaa talouttaan ja perheenjäseniään kuin töissä verrattuna muihin naisiin. Oppimisvaikeuksia raportoineista miehistä joka neljäs oli ollut työttömänä yli kuusi kuukautta (Lavikainen ym., 2006).

Parson ja Brynnerin (2005) tutkimus osoittaa, että 30-vuotias henkilö, jolla on heikko laskutaito, on Isossa-Britanniassa kaksi kertaa todennäköisimmin työtön kuin matematiikkaa osaava 30-vuotias. Miehistä, joilla oli heikko laskutaito, 70 % teki manuaaleja töitä, heillä oli myös heikommat tulot, vähemmän käytynä kursseja, jotka liittyivät työhön ja heillä oli huonommat mahdollisuudet ylentyä kuin muilla. Naisilla, joilla oli heikko laskutaito, palkka oli heikompi verrattuna muihin ja heikko laskutaito oli heikkoa lukutaitoa enemmän yhteydessä huonoon työllisyyteen. Parson ja Brynner puhuvat kierteestä, jonka heikot matemaattiset taidot aiheuttavat: työpaikkoja on vaikeampi saada ja työpaikka on myös vaikeampi pitää kasvavan matemaattisen osaamisen tarpeen takia (Parsons & Brynner, 2005).

5.3 Matemaattiset haasteet ja mielenterveys

Trott (2015) kuvailee, kuinka dyskalkulia haastaa monessa asiassa joka päivä, muun muassa talouden ylläpidossa, vaihtorahan tarkastamisessa ja ajan käsittämisessä. Hänen mukaansa näiden vaikeuksien jokapäiväinen läsnäolo aiheuttaa dyskalkulian omaaville ihmisille matalan itsetunnon (Trott, 2015). Korkeamäen (2010) tutkimuksessa monet oppimisvaikeuksia omaavat aikuiset kertovat kärsineensä erinäisistä muistivaikeuksista, kuten nimien, aakkosjärjestyksen, kertotaulun ja yleistiedon unohtamisesta. Unohtamiset koettiin sosiaalisesti kiusallisina (Korkeamäki, 2010).

Edellisen otsikon alla esitellyssä Aron ja kollegoiden (2019) tutkimuksessa matemaattinen oppimisvaikeus oli yhteydessä masennuslääkkeiden käyttöön ja niiden käyttö oli lähes kaksinkertaista matematiikan oppimisvaikeudesta kärsivillä kuin lukivaikeudesta kärsivillä. Merkittävää tämä oli varsinkin naisilla. Oppimisvaikeudesta kärsivät olivat myös kontrolliryhmään nähden useammin työkyvyttömyyseläkkeellä ja sairaspäivärahalla, heillä oli enemmän psykiatrisia diagnooseja ja he saivat Kelan korvauksia psyykelääkkeille (Aro ym., 2019). Myös Parsonin ja Brynnerin (2005) tutkimuksessa heikko laskutaito oli miehillä yhteydessä riskiin sairastua masennukseen. Naisilla matematiikkavaikeus ja mielenterveyden yhteys oli hyvin negatiivinen, sillä matematiikkavaikeudesta kärsivät olivat muita enemmän riskissä joutua holhouksen alaiseksi, kärsiä yli 12 kuukautta heikosta mielenterveydestä, huonosta itsetunnosta ja heillä oli useammin tunne, ettei heillä ollut kontrollia omaan elämäänsä (Parsons & Brynner, 2005).

Eloranta (2019) nostaa väitöskirjassaan esille, että kaikki oppimisvaikeudesta kärsivät eivät aikuisena voi psyykkisesti huonosti, vaikka kuuluvatkin sinänsä riskiryhmään sen suhteen. Psyykkisen terveyteen vaikuttavat myös muut tekijät oppimisvaikeuden rinnalla, esimerkiksi millainen lapsuus on ollut. Elorannan mukaan oppimisvaikeus on kuitenkin merkittävästi yhteydessä diagnosoituihin mielenterveysongelmiin ja itseraportoituihin ongelmiin psyykkisessä hyvinvoinnissa. Matemaattinen oppimisvaikeus oli lukivaikeutta enemmän yhteydessä lapsuusiän psykososiaalisiin ongelmiin, nuoruusiän masennukseen ja aikuisiän ahdistukseen. Eloranta nostaa esille sen, että nämä tulokset kertovat, että matemaattisen vaikeuden vaikutukset ovat mahdollisesti lukivaikeuden vaikutuksia haitallisempia aikuisiän hyvinvoinnille (Eloranta, 2019).

5.4. Matematiikan haasteet ja muut merkitykset

McCloskey (2007) tuo esille, miten dyskalkulian omaavilla aikuisilla voi olla vaikeuksia pitää taloutensa tasapainossa laskutaitojensa puutteen vuoksi (McCloskey, 2007). Trottin (2015) mukaan moni dyskalkuliasta kärsivä myös ahdistuu raha-asioista (Trott, 2015). Desoeten (2009) haastattelututkimuksessa tulee ilmi, että matemaattisista vaikeuksista kärsivät saattavat maksaa isolla rahalla, koska he eivät ymmärrä paljonko rahaa pitäisi antaa. He eivät myöskään tarkista vaihtorahan oikeellisuutta, koska eivät ymmärrä sitä (Desoete, 2009). Huhtalan (2000) väitöstudiumissa eräs tutkittava puhuu vaikeudestaan laskea alennuksia kaupassa (Huhtala, 2000). Myös Desoeten (2009) tutkimuksessa tuodaan esille vaikeudet laskea alennuksia, koska prosenttilaskuja ei osata (Desoete, 2009).

Dyskalkulia vaikeuttaa kellon ymmärtämistä (Trott, 2015). Desoeten (2009) tutkimuksesta selviää, että matematiikkavaikeudesta kärsivä ei ymmärrä analogista kelloa tai digitaalisen kellon numerot sekoittuvat mielessä. Koska ajan kulumista ei ymmärretä, tapahtuu lisäksi myöhästymisiä. Eräs tutkittava puhuu siitä, kuinka ei osaa suhteuttaa sitä, mitä esimerkiksi viiden minuutin aikana ehtii tekemään. Hän saattaa uskoa, että siinä ajassa voisi mahdollisesti ehtiä käydä suihkussa ja lukea vielä uutiset lehdestä. Usein hän huomaa erehtyvänsä ajan käsittämisessä ja on siksi myöhässä tärkeistä tapaamisista. Eräs tutkittava kertoo, kuinka ajan ymmärtämisen vaikeus tekee sen, että hän on aina joko kaksi tuntia liian ajoissa tai myöhässä (Desoete, 2009).

Lavikaisen ja kollegoiden (2006) tutkimuksessa oppimisvaikeuksilla ja yleisellä terveydentilalla oli selkeä negatiivinen yhteys. Harvempi kuin joka toinen tunsi terveytensä hyväksi, kun taas niistä, joilla ei ollut oppimisvaikeuksia 70 % tunsi näin. Lähes joka neljäs oppimisvaikeuksia kokenut tunsi terveytensä keskitasoiseksi tai sitä huonommaksi. Muilla näin oli vain seitsemällä prosentilla vastaajista (Lavikainen ym., 2006).

Parsonsin ja Brynnerin (2005) tutkimuksessa heikko laskutaito oli yhteydessä miesten vähäiseen kiinnostukseen politiikasta, suurempaan riskiin tulla erotetuksi koulusta, pidätetyksi tai joutua tekemisiin poliisiin kanssa. Myös naisilla heikko laskutaito oli yhteydessä matalaan kiinnostukseen politiikkaan ja vähäiseen äänestämiseen. Tutkimus osoitti myös yhteyden siihen, että harvempi matemaattisista vaikeuksista kärsivä omisti asunnon. Usea heikon laskutaidon omaava nainen myös koki terveydentilansa olleen surkea viimeisen 12 kuukauden aikana (Parsons & Brynner, 2005). Naisten heikot matemaattiset taidot ovat Parsonsin ja Brynnerin (2005) mukaan pahimmillaan yhteydessä yhteiskunnasta eristäytymiseen. Oppimisvaikeuksia omaavat naiset eivät tutkimuksen mukaan osallistu lähialueiden yhteisöihin tai vapaaehtoisjärjestön toimintaan eivätkä osallistu koulun ja perheen välisiin tapahtumiin (Parsons & Brynner, 2005).

6. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tutkielmani tarkoitus on tarkastella matematiikan haasteiden eli eritasoisten matematiikan oppimisvaikeuksien ja matematiikka-ahdistuksen yhteyttä toisiinsa ja näiden haasteiden muodostaman kokonaisuuden merkityksiä aikuisen elämässä. Tässä luvussa tuodaan esille tutkielman keskeiset havainnot ja peilataan niitä tutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen. Matemaattiset oppimisvaikeudet ovat suhteellisen yleinen oppimisvaikeus, jota todetaan 15–20 %:lla oppilaista. Dyskalkulian muodossa sitä on 5–7 %:lla lapsista (Babtie & Emerson, 2015; Mononen ym., 2017; Räsänen, 2012; Yitzchak, 2014). Matemaattinen oppimisvaikeus terminä sisältää laajan ja vaihtelevan kirjon erilaisia oppimisvaikeuksia (Koponen ym., 2019; Sharma, 2015). Yleensä matematiikan oppimisvaikeuden kohteena on peruslaskutaitojen heikkous, tehottomien ja virhealttiiden strategioiden käyttö (Mononen ym. 2017). Vaikeuden kohteena voi olla myös matematiikan spesifimpikin osa-alue, esimerkiksi geometria (Geary, 2004; Sharma, 2015). Oppimisvaikeuden kanssa esiintyy usein matematiikka-ahdistus, joka ilmenee joukkona erilaisia negatiivisia tunteita, jotka aiheuttavat yleensä matematiikan välttelyä (Aschcraft, 2002; Aschcraft & Ridley, 2005; Aschcraft ym., 2007; Hannula & Holm, 2018; Holopainen ym., 2007; Koponen ym., 2019; Lyons & Beilock, 2012; Mononen ym., 2017; Moore ym., 2015; Perkkilä, 2012; Wong ym., 2008).

Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä haen vastausta siihen, miten matemaattinen oppimisvaikeus ja matematiikka-ahdistus ovat yhteydessä toisiinsa. Monet tutkimukset tuovat laajasti esille, kuinka matematiikka-ahdistus heikentää merkittävästi matemaattista suoriutumista. Aineistosta nousee esille se, kuinka matematiikka-ahdistus on yhteydessä heikompaan motivaatioon, itseluottamukseen ja huonoihin matematiikka-asenteisiin (Aschcraft ym., 2007; Mononen ym., 2017). Nämä tekijät vaikuttavat siihen, että yksilö ei kiinnostu matematiikasta ja alkaa välttelemään sitä. Siten myös tilanteet, joissa yksilö voisi kehittää omaa osaamistaan vähenevät. Tutkimukset tuovat esille, että matematiikka-ahdistus on siitä kärsivälle hyvin paljon kognitiivisia resursseja kuluttava tila (Aschcraft, 2002; Aschcraft & Ridley, 2005; Aschcraft ja Moore, 2009; Maloney ym., 2013; Mononen ym., 2017). Matematiikka-ahdistus rasittaa erityisesti työmuistia, mutta siitä kummalle sillä on enemmän haittaa, korkean vai matalan työmuistin omaaville, on katsauksen perusteella ristiriitaisia tuloksia (Aschcraft & Moore, 2009; Maloney ym., 2013; Miller & Bichsel, 2004; Mononen ym., 2017; Ramirez ym., 2013; Skagerlund ym., 2019; Vukovic ym., 2013). Katsauksesta saa kuitenkin kuvan siitä, miten matematiikka-ahdistus kuormittaa työmuistia niin paljon huolilla, jotka kohdistuvat onnistumiseen ja omiin taitoihin, ettei matematiikan oppimiselle riitä enää työmuistiresursseja.

Useiden tutkimustulosten perusteella voidaan päätellä, että matematiikka-ahdistusta ei aina esiinny vain sellaisilla henkilöillä, joilla on matemaattinen oppimisvaikeus. Ahdistus heikentää kaiken tasoisten oppijoiden matemaattista suoriutumista. Devinin ja kollegoiden (2018) tutkimuksessa vaikea-asteisen matematiikka-ahdistuksen omasi 77 % sellaisista lapsista, joilla matematiikan taidot olivat vähintään keskinkertaiset. Huolestuttavaa onkin, että matematiikka-ahdistus alentaa sellaisten oppijoiden matemaattista potentiaalia, joilla olisi siihen parhaimmat mahdollisuudet. Ahdistus voi siis viedä innostuksen laskea ja tehdä matematiikan tehtäviä sellaisiltakin lapsilta, joiden matemaattiset taidot ovat hyvät. Pidemmän päällä ahdistus johtaa välttelyyn ja voi vaikuttaa siten pitkälle tulevaisuuteen, jopa koulutus- ja uravalintojen kapenemisiin kaiken tasoilla laskijoilla.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella saadaan kuitenkin havainto siitä, että matematiikka-ahdistusta esiintyy erityisen paljon matematiikan oppimisvaikeuksista kärsivillä (Devine ym., 2018; Koponen ym., 2019; Holopainen ym., 2007; Maloney, 2011; Maloney ym., 2012; Wong ym., 2008; Wu ym., 2014). Dyskalkulian omaavilla on kaksinkertainen riski saada matematiikka-ahdistus verrattuna matemaattisesti tyypillisesti kehittyneisiin (Devine ym., 2018). Matematiikka-ahdistus on myös useassa tutkimuksessa ollut yhteydessä vaikeuksiin perustasoisen matematiikan kanssa (mm. Maloney, 2011). Tästä voidaan päätellä, että vaikeuksia matematiikassa kokevat saavat usein negatiivisia kokemuksia liittyen matematiikkaan. Heidän on vaikea kehittää hyvää motivaatiota, asennetta ja itsetuntoa sitä kohtaan. Ahdistuksen syntyminen on siten otollista.

Toisessa tutkimuskysymyksessä pyrin etsimään vastauksia siihen, miten matemaattiset haasteet vaikuttavat aikuisen elämässä. Katsauksen perusteella saadaan näkymä siihen, että matemaattiset haasteet ovat hyvin negatiivisessa yhteydessä erityisesti koulutuksen, työllisyyden ja mielenterveyden kanssa. Useat tutkimukset antavat kuvan siitä, että matemaattiset haasteet eivät rajoitu kouluikään, vaan jatkuvat pitkälle aikuisuuteen. Vaikeudet luovat useiden tutkimustulosten valossa kierteen, jossa vähäisempi koulutus johtaa työttömyyteen ja siten mielenterveysongelmiin. Mielenterveysongelmat ylläpitävät taas sitä, että yksilö ei ole siinä kunnossa, että pystyy kouluttautumaan tai työllistymään. Parsons ja Brynner (2005) totesivat tutkimuksessaan, että matemaattiset vaikeudet johtavat siihen, että työpaikkoja on vaikeampi saada ja työpaikka on myös vaikeampi pitää kasvavan matemaattisen osaamisen tarpeen takia (Parsons & Brynner, 2005). Tämä tutkimus on 15 vuotta vanha ja sen jälkeen matemaattisten taitojen tarve on vain korostunut työelämässä. Korhonen ja kollegat toteavatkin vuonna 2018, että

oppimisvaikeuden omaavilla nuorilla aikuisilla on vähemmän viikoittaisia työtuntimääriä ja pienemmät vuosituloansiot (Korhonen ym., 2018).

Toisaalta Madauksen ja kollegoiden (2003), Madauksen (2006) ja Korkeamäen (2010) tutkimukset antavat positiivisemman kuvan. Heidän mukaansa oppimisvaikeudet eivät olleet yhteydessä työllisyyden ja työnteon vaikeuksiin (Madaus, 2003; Madaus, 2006; Korkeamäki, 2010). Täytyy kuitenkin huomioida, että nämä tutkimukset eivät ole enää kaikkein tuoreimpia ja matemaattisten taitojen merkitys on korostunut teknologisen kehityksen myötä. Tutkimuksissa ei myöskään määritely, mistä oppimisvaikeuksista oli kyse. Kaksi ensin mainittua tutkimusta tehtiin koehenkilöillä, joilla oli yliopistotason koulutus. Voidaan siis ajatella, että jos oppimisvaikeuden omaava yksilö on pystynyt hankkimaan itselle koulutuksen, ei hänellä ole välttämättä niin paljoa vaikeuksia työllistyä ja olla työelämässä. Monella oppimisvaikeudesta kärsivällä on kuitenkin vaikeuksia ylipäänsä kouluttautua peruskoulun jälkeen. Elorannan (2019) tuore tutkimus antaa myös huolestuttavaa signaalia siitä, että joskus korkeakoulutason koulutukseen ei estä oppimisvaikeuden omaavaa yksilöä päätyästä työttömyyden kierteeseen (Eloranta, 2019).

Kirjallisuuskatsauksesta voi päätellä, että matemaattiset haasteet eivät pelkästään vaikeuta yksilön kouluttamista, työllisyyttä tai heikennä mielenterveyttä. Monet arkielämän taidot, kuten kellon, ajankulun ja rahan ymmärtäminen on haastavaa (Desoete, 2009; Huhtala, 2000; McCloskey, 2007; Trott, 2015). Nämä taidot ovat tärkeitä itsenäisen aikuisen elämässä. Jos ei omaa näitä taitoja, voi arjessa selviytyminen olla hyvin haastavaa.

Matemaattiset haasteet eli matemaattiset oppimisvaikeudet ja matematiikka-ahdistus ovat tiivistä yhteydessä toisiinsa ja vaikuttavat yksilön elämässä lapsuudesta aikuisuuteen. Katsauksen perusteella saa kuvan siitä, kuinka matematiikan oppimisvaikeuksien kanssa eläminen ei ole koskaan vain kognitiotasoista, vaan siihen liittyy yleensä paljon negatiivisia tunteita, joista kehittyy helposti matematiikka-ahdistus. Matematiikka-ahdistus heikentää myös matematiikka osaavien suoritusta niin paljon, että henkilö suoriutuu matematiikasta niin kuin hänellä olisi matematiikan oppimisvaikeus. Katsauksen perusteella näillä kahdella matematiikan haasteiden elementillä on suuri vaikutus yksilön kokonaisvaltaiseen elämään. Kun matematiikka haastaa sekä kognitiivisesti että tunnetasolla, kapenevat yksilön koulutus- ja työllisyysmahdollisuudet. Lisäksi nämä haasteet haittaavat yksilön terveyttä, erityisesti mielenterveyttä, ja moni arkielämäntaito voi jäädä kehittymättä.

7. Pohdinta

Tässä luvussa käsitellään tutkielman luotettavuutta, eettisyyttä, tekoprosessia, kirjallisuuskatsauksen antamia tuloksia ja jatkotutkimusideoita. Tutkimus on luotettava siksi, että siinä ei ole käytetty minkäänlaista plagiointia ja tutkimustulokset on esitetty sellaisenaan. Tutkimuksista on tuotu ilmi keskeiset tulokset niitä muuntelematta. Tutkielmassa käytetyt lähteet ovat tuoreimmat tutkimukset ja tieteelliset kokomaateokset. Tutkimukset ovat vertaisarvioituja. Olen pyrkinyt käyttämään tutkimuksia, jotka on julkaistu merkittävässä ja impaktifaktoreiltaan korkeatasoisissa lehdissä. Impaktifaktorit kertovat lehtien tieteellisestä vaikuttavuudesta. Käyttämissäni lähteissä on paljon tutkijoita, jotka ovat alan suurimpia ja arvostettuja asiantuntijoita. Lisäksi erityisopettaja, joka on perehtynyt koko työuransa aikana matemaattisiin vaikeuksiin, on suositellut minulle kirjallisuutta. Lähteeni käsittelevät aihettani monipuolisesti ja sisältävät niin laadullisia kuin määrällisiä tutkimuksia. Kirjallisuuskatsauksessa on mukana sekä kotimaisia että ulkomaalaisia tutkimuksia. Tutkimukset on tehty muun muassa haastattelemalla ja erilaisia yleisesti suosittuja testistöjä käyttäen. Näin kirjallisuuskatsaus antaa mahdollisimman monipuolisen kuvan aiheesta. Olen käynyt lähteitä läpi kriittisesti ja tuonut esiin, jos niissä on ollut jotain luotettavuuden tai muun sopivuuden kannalta huomautettavaa.

Kuten Eskola ja Suoranta (1998) toteavat, on huomioitava tällaisessa tutkimuksessa, joka toimii laadullisen tutkimuksen keinoin, lähtökohtana tutkijan avoin subjektiviteetti ja että tutkija on tutkimuksessa keskeinen tutkimusväline (Eskola & Suoranta, 1998). Siten, tämän tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa paljon tutkijan tekemät valinnat ja avoimuus. Olen pyrkinyt tekemään tutkimustyöstäni avointa ja kuvaamaan tutkimuksen vaiheet sellaisena kuin ne ovat. Kiviniemi (2015) puhuu siitä, kuinka aineistoon vaikuttaa tutkijan henkilökohtaiset intressit ja perspektiivit (Kiviniemi, 2015). Siten on ymmärrettävä, että tämäkin kirjallisuuskatsaus esittää meille todellisuuden tulkinnallisten prismojen ja tarkasteluperspektiivien kautta. Joku toinen tutkija olisi voinut valita tähän tutkimukseen erilaiset aineistot ja siten todellisuus välittyisi erilaisena. Olen pyrkinyt niillä taidollani, jotka omaan, valitsemaan mahdollisemman tuoretta, luotettavaa ja aiheen kannalta olennaisia lähteitä.

Tässä tutkimuksessa ei ole salassapitoon tai arkaluonteisuuteen liittyviä kysymyksiä, koska henkilötietoja ei käytetä eikä tutkimusta varten ole haastateltu tai havainnoitu ketään tai kerätty kyselylomakkeita. Käyttämäni aineistot ovat julkisia ja perustuvat tutkittuun tietoon. Tutkimuksen eettisyyttä on pyritty pitämään yllä siten, että tutkimuksen tekijöihin on viitattu totuudenmukaisesti ja katsauksen lähteet on tuotu selkeästi esille. Tutkimusprosessin aikana olen

pohdiskellut koko ajan kriittisesti käyttämäni lähteiden sopivuutta tutkielman aiheeni huomioiden ja olen käyttänyt aikaa ja harkintaa miettiessäni millaiset tutkimuskysymykset- ja ongelmat toisivat parhaiten esille tarvittavan tiedon. Olen tutkimusta tehdessäni keskustellut ohjaajieni kanssa tutkimuksen aiheesta ja sen tarpeellisuudesta, ja saanut hyväksynnän sille.

Tutkielmani antaa kuvan siitä, kuinka tärkeää matemaattisia haasteita on tutkia. Matematiikan oppimiseen ja suoriutumiseen liittyy niin kognitio- kuin tunnetasolla tapahtuvaa ajattelua. Matematiikan opetuksen mielekkyyden ylläpitäminen on katsaukseni näkökulmasta tärkeää. Matematiikka-ahdistuksen liittyvät tunteet ja aiheet olisivat tärkeitä käsiteltäviä koulussa, jotta niiden suuret negatiiviset vaikutukset pystyttäisiin minimoimaan.

On tärkeää ylipäänsä pohtia, miksi juuri matematiikka kaikista koulussa opettavista oppiaineista ahdistaa niin paljon, että tutkimuskirjallisuudessa on syntynyt käsite matematiikka-ahdistus. Yhtenä vastauksena tähän voi olla matematiikan kumuloitava luonne. Matematiikka perustuu aiempaan opittuun ja jos yksilö ei ymmärrä matematiikan perusteita, hän ei voi edetä matemaattisessa ajattelussaan. Jos esimerkiksi yksilöllä on vaikeuksia ymmärtää yhteen- ja vähennyslaskuja, hän ei pysty käsittämään kerto- ja jakolaskuja, sillä nämä perustuvat yhteen- ja vähennyslaskuille. Mitä korkeampitasoista matematiikkaa opiskellaan, sitä tärkeämmiksi käy se, että matematiikan peruslaskutaito on sujuvoitunut. Matematiikan kumuloitavuus aiheuttaa kouluopetuksessa sen, että jos yksilön matemaattinen perustaso jossain asiassa ei ole vakiintunut, hän joutuu koko ajan tilanteisiin, jossa hänen matemaattinen ajattelunsa ei riitä matemaattisten tehtävien ja ongelmien ratkaisuun. Siten hän on koko ajan tekemisessä ajatusten kanssa omasta riittämättömyydestään matemaattisissa taidoissaan. Pidemmän päälle on luonnollista, että nämä ajatukset aiheuttavat ahdistusta ja negatiivisia tuntemuksia matematiikkaa kohtaan. Mitä pidemmälle matematiikan opetus etenee, sitä enemmän yksilö turhautuu osamaattomuuteensa, koska taitovaatimukset kasvavat suhteessa hänen osaamiseensa liian nopeasti. Tämä voi selittää sitä, miksi matematiikka-ahdistus on hyvin läsnä myös aikuisiällä, kun yksilöltä odotetaan kehittyneitä matemaattisia taitoja monissa erilaisissa koulutuksissa ja työpaikoilla.

Kirjallisuuskatsauksestani tulee kuitenkin ilmi, että vaikka matematiikka-ahdistuksen ja matemaattisten oppimisvaikeuksien yhteys on keskeinen, matematiikka-ahdistusta esiintyy myös yksilöillä, jotka pärjäävät matematiikassa vähintään keskinkertaisesti. Tähän ilmiöön kattavan selityksen löytäminen on haastavampaa. Yhtenä mahdollisena syynä voi olla matemaattisten taitojen koko ajan kasvava arvostus. Jatkuvasti kehittyvä teknologia vaatii monenlaisia matemaattisia taitoja eri koulutus- ja ura-aloillakin. Jo nyt esimerkiksi pitkän matematiikan

ylioppilasarvosana on merkittävin monille korkeakoulualoille haettaessa. Lisäksi matematiikkaa tarvitaan myös käytännöllisillä aloilla, kuten lähihoitajan lääkelaskennassa (ks. Huhtala, 2000; Korkeamäki, 2010; Laine, Huhtala & Kaasila, 2018). Kasvavat matemaattiset vaatimukset ovat koko ajan läsnä jo ensimmäisiltä peruskoulun luokilta lähtien. Yksilö on tietoinen niistä ja pohtii omaa osaamistaan suhteessa muihin. Matemaattisesta osaamisesta on tullut valttikortti koulutuksiin ja työpaikoille haettaessa. Kuparinen ja Hiltunen (2018) toivat esille PISA-tulosten pohjalta, että suomalaiset lapset ja nuoret eivät yleisesti pidä matematiikasta (Kuparinen & Hiltunen, 2018). Matematiikka ahdistaa sitä hyvinkin osaavia. Ehkä syynä voi olla kasvavat vaatimukset ja suoritusyhteiskunta, ehkä syytä täytyy hakea matematiikan opetuksesta ja siihen oppilaiden motivoinnista.

Katsaukseni antaa kuvan siitä, että matemaattiset oppimisvaikeudet ovat yleisiä, jopa 15–20 %:lla oppilaista on niitä. Silti usea käyttämäni tutkimus tuo ilmi, että matemaattisten vaikeuksien tutkimus on vähäisempää verrattuna muihin oppimisvaikeuksiin muun muassa lukivaikeuteen. Matemaattisten haasteiden vaikutus pitkälle elämänselkkuun ja varsinkin aikuisuuteen, on jäänyt tutkimuksissa vähemmälle huomiolle. Katsaukseni perusteella voidaan ymmärtää, että nämä haasteet eivät yleensä katoa minnekään peruskoulun jälkeen, vaan niiden vaikutukset ovat jopa negatiivisemmat aikuiselle kuin lapselle. Aikuinen ihminen tarvitsee elääkseen itsenäistä elämää, koulutusta, työtä, terveyttä ja monia taitoja, kuten ymmärrystä rahan arvosta, omasta taloudesta ja ajankulusta. Matemaattiset haasteet vaikeuttavat kaikkia näitä asioita.

Kuten Aunola ja Nurmi (2018) toteavat, koulunkäynnin edetessä lasten matemaattisten taitojen erot eivät ainoastaan säily ennallaan, vaan jopa kasvavat (Aunola & Nurmi, 2018). Siksi koulussa on erityisesti kiinnittävä huomiota niihin oppilaisiin, joiden matemaattiset taidot ovat heikot ja joita matematiikka ahdistaa. On ymmärrettävä, että koulussa opiskeltavalla matematiikalla, siinä suoriutumisessa ja oppimisella, on suuret vaikutukset yksilön tulevaisuuteen. Pahimmillaan matematiikan haasteet kaventavat yksilön koulutus- ja uravalintoja, aiheuttavat työttömyyttä ja siten myös terveys-, erityisesti mielenterveysongelmia. Kattavan tuen tarjoaminen jo ensimmäisiltä vuosiluokilta lähtien on tärkeää matematiikan kumuloitavan luonteen takia. On tärkeää pyrkiä estämään matemaattisten haasteiden negatiivisten vaikutusten kasvu niin hyvin kuin mahdollista. Koulussa annettavan tuen täytyy pureutua kognitiivisella tasolla matematiikan perustaitojen vakiinnuttamiseen, sillä matematiikan oppiminen perustuu näiden taitojen sujumiseen. Lisäksi, jotta matematiikka-ahdistusta voidaan lieventää kattavasti, koulussa tulisi tarjota apua matematiikan aiheuttamien tunteiden sanottamiseen ja läpikäymiseen. Useissa tutkimustuloksissa tulee huolestuttavasti ilmi, että matematiikka-ahdistus heikentää

niidenkin oppilaiden matemaattista suoriutumista, joilla olisi matemaattiseen osaamiseen potentiaalia. On kuitenkin saatu onnistuneita tutkimustuloksia matematiikka-ahdistuksen lieventymisestä, kun tukimuotona koulussa on käytetty muun muassa tunteista kirjoittamista (ks. Park, Beilock & Ramirez, 2014). Oppilaskohtaisen tuen lisäksi on tärkeää, että matematiikan opetuksessa kiinnitetään huomiota koko ryhmätasolla matematiikan opiskelun mielekkyyteen, esimerkiksi konkretisoimalla ja pelillistämällä matematiikan tunteja. Koulussa on tuen avulla varmistettava, että matematiikan haasteiden merkitykset olisivat oppilaan tulevaisuuden kannalta mahdollisimman minimaaliset.

Tällä tutkimuksella on pyritty tuomaan kattavasti tutkimustiedon valossa tietoa siitä, miten matemaattisten haasteiden kokonaisuus muodostuu ja miten ne vaikuttavat moninaisesti yksilön elämään. Tämän tutkimuksen tiedot ovat merkittäviä kaikille kasvatusalan, erityisesti matematiikan opetuksen ja erityispedagogiikan opiskelijoille. Tästä tutkimuksesta todennäköisesti hyötyvät myös muut tahot, jotka ovat kiinnostuneita aiheesta. Kokoamani tieto auttaa ymmärtämään matemaattisen osaamisen ja osaamattomuuden moninaisia vaikutuksia.

Aion jatkaa matemaattisten haasteiden tutkimusta myös pro gradu- tutkielmassani. Yhtenä tutkimusvaihtoehtona olisi selvittää esimerkiksi haastattelun avulla matemaattisia haasteita kokevien aikuisten elämänkulkua. Toisaalta yhtenä vaihtoehtona on tutkia erilaisten matemaattisten haasteiden tukimuotojen toimivuutta peruskouluikäisillä lapsilla. Tärkeää olisi edelleen saada lisää selville matemaattisten haasteiden moninaisista vaikutuksista yksilön matematiikan osaamiseen ja siten arkeen.

Lähteet

Ahonen T., Aro M., Aro T., Lerkkanen M-K. & Siiskonen T. (2019). Kehityksen yksilöllisyyden ymmärtäminen ja oppimisvaikeudet. Teoksessa T. Ahonen, M. Aro, T. Aro, M-K. Lerkkanen & T. Siiskonen (toim.), *Oppimisen vaikeudet* (s. 22–39). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.

Akin A. & Kurbanoglu I N. (2011). The Relationships Between Math Anxiety, Math Attitudes, and self-efficacy: A Structural Equation Model. *Studia Psychologica* 53(3), 263–273.

Haettu osoitteesta http://www.studiapsychologica.com/uploads/AKIN_SP_03_vol.53_2011_pp.263-273.pdf

Aro, T., Eklund, K., Eloranta, A-K., Närhi, V., Korhonen, E., & Ahonen, T. (2019). Associations Between Childhood Learning Disabilities and Adult-Age Mental Health Problems, Lack of Education, and Unemployment. *Journal of Learning Disabilities*, 52(1), 71–83.

doi:10.1177/0022219418775118

Ashcraft M. (2002). Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequence.

American Psychological Society, 11(5), 181–185. Haettu osoitteesta

http://www.mccc.edu/~jenninagh/Courses/documents/math_anxiety.pdf

Ashcraft M., Krause J. & Hopko D. (2007). Is Math Anxiety a Mathematical Learning Disability? Teoksessa D. Berch & M. Mazzocco (toim.), *Why Is Math Hard For Some Children?* (s. 329–348). Baltimore, Maryland: Paul H. Brookes Publishing Co.

Ashcraft M. & Moore A. (2009). Mathematics Anxiety and the Affective Drop in Performance.

Journal of Psychoeducational Assessment, 27(3), 197–205. Haettu osoitteesta

https://www.researchgate.net/publication/247782442_Mathematics_Anxiety_and_the_Affective_Drop_in_Performance/link/54d8f1dc0cf2970e4e7a5477/download

Ashcraft M. & Ridley K. (2005). Math Anxiety and Its Cognitive Consequences A Tutorial Review. Teoksessa J. Campbell (toim.). *The Handbook of Mathematical cognition*. (s. 315–327). New York: Psychology Press.

Aunola K. & Nurmi J-E. (2018). Matemaattisten taitojen kehitys kouluiässä. Teoksessa J.

Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja opettaminen* (s. 54–68). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.

- Babtie P. & Emerson J. (2015). *Understanding Dyscalculia and Numeracy Difficulties: A Guide for Parents, Teachers and Other Professionals*. Lontoo: Jessica Kingsley Publisher.
- Birmingham P. (2000). Reviewing the literature. Teoksessa D. Wilkinson (toim.), *The Researcher's Toolkit: The Complete Guide to Practitioner Research*. Falmer: Routledge.
- Budgen S. & Ansari D. (2015). How can cognitive developmental neuroscience constrain our understanding of developmental dyscalculia? Teoksessa S. Chinn (toim.), *The Routledge International Handbook of Dyscalculia and Mathematical Difficulties* (s. 18–43). Abingdon, Oxon Routledge.
- Butler D. (2004) Adults with Learning Disabilities. Teoksessa B. Wong *Learning about Learning Disabilities* (s. 565–598) (3. painos). Amsterdam: Elsevier Academic Press cop.
- Butterworth B., Varma S. & Laurillard D. (2011). Dyscalculia: From Brain to Education. *Science* 332(6033), 1049–1053. DOI: 10.1126/science.1201536
- Desoete A. (2009). Mathematics and metacognition in adolescents and adults with learning disabilities. *International Electronic Journal of Elementary Education* 2(1), 82–100. Haettu osoitteesta <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1052045.pdf>
- Devine A., Hill F., Carey E. & Szűcs D. (2018). Cognitive and Emotional Math Problems Largely Dissociate: Prevalence of Developmental Dyscalculia and Mathematics Anxiety. *Journal of Educational Psychology* 110 (3), 431–444. <https://doi.org/10.1037/edu0000222>
- Dräger M. (2015). *Matematiikkavaikeuden tunnistaminen ja kuntouttava opetus*. Helsinki: ELLI Early Learning.
- Eloranta A-K. (2019). *A follow-up study of childhood learning disabilities: Pathways to adult-age education, employment and psychosocial wellbeing*. (väitöskirja, Jyväskylän yliopisto). Haettu osoitteesta https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/66402/978-951-39-7948-5_vaitos14122019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Eskola J. & Suoranta J. (1998). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen* (2. painos). Tampere: Vastapaino.
- Fletcher J., Lyon G., Fuchs L. & Barnes M. (2009). *Oppimisvaikeudet Tunnistamista interventioniin*. Kuopio: Unipress cop.
- Geary D. (2003). Learning Disabilities in Arithmetic. Teoksessa H. Swanson, K. Harris &

- S. Graham (toim.), *Handbook of Learning Disabilities* (s.199–211). New York: The Guilford Press.
- Geary D. (2004). Mathematics and Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. 37(1), 4–15. Haettu osoitteesta <http://web.missouri.edu/~gearyd/JLD04.pdf>
- Geary D., Hoard M., Nugent L. & Byrd-Craven J. (2007). Strategy use, Long-Term Memory and Working Memory Capacity. Teoksessa D. Berch & M. Mazzocco (toim.), *Why Is Math Hard For Some Children* (s. 83–105). Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co.
- Glynnis H. (2013). *Dyscalculia : action plans for successful learning in mathematic*. New York: Routledge.
- Goetz T., Bieg M. Lüdtke O., Pekrun R. & Hall N. (2013). Do Girls Really Experience More Anxiety in Mathematics? *Psychological Science* 24(10), 2079–2087. Haettu osoitteesta https://epub.ub.uni-muenchen.de/23542/1/oa_23542.pdf
- Hakkarainen A. (2016). *Matematiikan ja lukemisen vaikeuksien yhteys toisen asteen koulutuspolkuun ja jatko-opintoihin tai työelämään sijoittumiseen* (väitöskirja, Itä-Suomen yliopisto). Haettu osoitteesta https://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-2035-5/urn_isbn_978-952-61-2035-5.pdf.
- Hannula M. & Holm M. (2018). Oppilaan matematiikkakuva oppimistuloksena ja oppimisen taustatekijänä. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg. & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja opettaminen* (s. 132–154). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Hirsjärvi S., Remes S. & Sajavaara P. (2016). *Tutki ja kirjoita* (21. painos). Porvoo: Bookwell Oy.
- Holopainen L., Lappalainen K. & Savolainen H. (2007). *Sosiaalinen kompetenssi toisen asteen koulutuksessa ja nuorten oppimisvaikeudet*. Joensuu: Joensuun yliopistopaino.
- Huhtala S. (2000). *Lähihoitajaopiskelijoiden oma matematiikka*. (väitöskirja, Helsingin yliopisto) Helsinki: Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos.
- Huhtala S. & Laine A. (2004). ”Matikka ei ole mun juttu”- Matematiikkavaikeuksien syntyminen ja niihin vaikuttaminen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.), *Matematiikka- näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (s. 320–346) (2. uudistettu painos). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Jarlskog, L. (2016). Survey of adult students with mathematical difficulties. *Adults Learning Mathematics: An International Journal*, 11(2), 41–51. Haettu osoitteesta <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1123377.pdf>
- Karimi A. & Venkatesh S. (2009). Mathematics Anxiety, Mathematics Performance and Academic Hardiness in High School Students. *Int J Edu* 1(1), 33–37. Haettu osoitteesta

<http://www.krepublishers.com/02-Journals/IJES/IJES-01-0-000-09-Web/IJES-01-1-000-09-Abst-PDF/IJES-01-01-033-09-012-Karimi-A/IJES-01-01-033-09-012-Karimi-A-Tt.pdf>

- Kiviniemi K. (2015). Laadullinen tutkimus prosessina. Teoksessa R. Valli & J. Aaltola (toim.), *Ikkunoita tutkimusmetodeihin 2 Näkökulmia aloittavalla tutkijalla tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin* (s. 74–88) (4. uudistettu painos). Jyväskylä: PS-kustannus.
- Korhonen J., Hakkarainen A., Holopainen L., Linnanmäki K., Savolainen H. & Taipale A. (2018). Matematiikan vaikeudet ja nuorten koulutuspolut. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja opettaminen* (s. 258–275). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Koponen T., Salminen J. & Sorvo R. (2019). Matematiikan perustaitojen oppimisvaikeudet. Teoksessa T. Ahonen, M. Aro, T. Aro, M-K Lerkkanen. & T. Siiskonen (toim), *Oppimisen vaikeudet* (s. 324–349). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Korkeamäki J. (2010). *Aikuisten oppimisvaikeudet Näkökulmia selviytymiseen*. Helsinki: Kuntoutussäätiö.
- Kuparinen P. & Hiltunen J. (2018). Matematiikan taidot kansainvälisten arviontitutkimusten valossa. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja opettaminen* (s. 16–52). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Laine A., Huhtala S. & Kaasila R. (2018). Jakolaskun oppimisesta ja oppimisen ongelmista. Teoksessa Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja opettaminen* (s. 70–85). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Landerl K., Fussenegger B., Moll K. & Willburger E. (2009). Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with different cognitive profiles. *Journal of Experimental Child Psychology* 103, 309–324. Haettu osoitteesta https://www.researchgate.net/profile/Kristina_Moll/publication/24365208_Dyslexia_and_dyscalculia_Two_learning_disorders_with_different_cognitive_profiles/links/5afd7f02458515e9a5d3776b/Dyslexia-and-dyscalculia-Two-learning-disorders-with-different-cognitive-profiles.pdf.
- Lavikainen H., Koskinen S., Aro H, Kestilä L., Lyytinen H., Martelin O, &... Aromaa A. (2006). Kouluvaikeuksien yleisyys ja yhteydet aikuisiän elämäntilanteeseen ja koettuun terveyteen. *Yhteiskuntapolitiikka* 71(4), 402–410. Haettu osoitteesta <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/100965/064lavikainen.pdf?sequence=1>

- Lyons I. & Beilock S. (2012). When Math Hurts: Math Anxiety Predicts Pain Network Activation in Anticipation of Doing Math. *PLoS One*. 7(10). Haettu osoitteesta <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3485285/>
- Madaus J. (2006). Employment Outcomes of University Graduates With Learning Disabilities. *Learning Disability Quarterly* 29(1), 19–31. Haettu osoitteesta <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ754270.pdf>
- Madaus J., Ruban L., Foley T. & McGuire J. (2003). Attributes Contributing to The Employment Satisfaction of University Graduates with Learning Disabilities. *Learning Disability Quarterly* 29, 159–169. Haettu osoitteesta http://www.uwyo.edu/wind/_files/docs/echo/past-echo-docs/1593649.pdf
- Maloney E. (2011). *The relation between math anxiety and basic numerical and spatial processing*. (väitöskirja, Waterloo yliopisto). Haettu osoitteesta https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/6154/Maloney_Erin.pdf?sequence=1
- Maloney E A., Schaeff M W. & Beilock S L. (2013). Mathematics anxiety and stereotype threat: shared mechanisms, negative consequences and promising interventions. *Research in Mathematics Education* 15(2), 115–128. doi:10.1080/14794802.2013.797744
- Maloney E., Waechter S., Risko & Fugelsang J. (2012). Reducing the sex difference in math anxiety: The role of spatial processing ability. *Learning and Individual Differences* 22. 380–384. Haettu osoitteesta http://www.suarakita.org/wp-content/uploads/2016/02/Ferrena_Jurnal-A.pdf
- McCloskey M. (2007). Quantitative Literacy and Developmental Dyscalculias. Teokseossa D. Berch & M. Mazzocco (toim.), *Why Is Math Hard For Some Children?* (s. 415–429). Baltimore, Maryland: Paul H. Brookes Publishing Co.
- Miller H. & Bichsel J. (2004). Anxiety, working memory, gender, and math performance. *Personality and Individual Differences* 37, 591–606. Haettu osoitteesta https://www.researchgate.net/profile/Jacqueline_Bichsel/publication/247167006_Anxiety_working_memory_gender_and_math_performance/links/59f091a9458515bfd07f9560/Anxiety-working-memory-gender-and-math-performance.pdf.
- Mononen R., Aunio P., Väisänen E., Korhonen J. & Tapola A. (2017). *Matemaattiset oppimisvaikeudet*. Jyväskylä: PS-Kustannus.
- Moore A., McAuley A., Allred G. & Ashcraft M. (2015). Mathematics anxiety, working memory, and mathematical performance. Teokseossa S. Chinn (toim.), *The Routledge International Handbook of Dyscalculia and Mathematical Difficulties* (s. 326–336) New York: Routledge.

- Park D., Beilock S. & Ramirez G. (2014). The Role of Expressive Writing in Math Anxiety. *Journal of Experimental Psychology* 20(2), 103–111. DOI: 10.1037/xap0000013
- Perkkilä P. (2012). Aikuisen oppijan matematiikka-ahdistuksen merkkejä. Teoksessa M. Häikiöniemi, H. Leppäaho, P. Nieminen & J. Viiri (toim.), *Proceedings of the 2012 Annual Conference of Finnish Mathematics and Science Education Research Association Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen tutkimusseuran konferenssijulkaisu 2012* (s 95–104). Jyväskylä: Jyväskylä University Printing House. Haettu osoitteesta https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/42264/ML_JKL2012_proc.pdf?sequence=1#page=95
- Pietilä A. (2002). *Luokanopettajaopiskelijoiden matematiikkakuva Matematiikkakokemukset matematiikkakuvan muodostajina* (väitöskirja, Helsingin yliopisto). Helsinki: Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos.
- Price G. (2008). *Numerical Magnitude Represation in Developmental Dyscalculia Behavioral and Brain Imaging Studies*. (väitöskirja, Jyväskylän yliopisto). Haettu osoitteesta <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/19232/1/9789513934408.pdf>
- Ramirez G., Gunderson E., Levine S. & Beilock S. (2013) Math Anxiety, Working Memory, and Math Achievement in Early Elementary School. *Journal of Cognition and Development*. 14(2), 187–202. Haettu osoitteesta <http://mrbartonmaths.com/resourcesnew/8.%20Research/Anxiety/Math%20Anxiety,%20Working%20Memory,%20and%20Math%20Acheivement.pdf>
- Räsänen P. (2012). Laskemiskyvyn häiriö eli dyskalkulia. *Duodecim* 128, 1168–1177. Haettu osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo10309.pdf>.
- Räsänen P. & Ahonen T. (2005). Matemaattiset oppimisvaikeudet. Teoksessa H. Lyytinen, T. Ahonen, T. Korhonen, M. Korkman & T. Riita (toim.), *Oppimisvaikeudet Neuropsykologinen näkökulma* (s. 191–234) (3. uudistettu painos). Juva: WS Bookwell Oy.
- Salminen A. (2011). *Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin*. Vaasan yliopiston julkaisuja. Haettu osoitteesta https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf
- Skagerlund K., Östergren R, Västfjäll D. & Träff U. (2019). Investigating the link between math anxiety, working memory, and number processing. *PLoS ONE* 14(1). Haettu osoitteesta <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0211283>
- Service E. & Lehto J. (2005). Muisti ja oppimisvaikeudet. Teoksessa H. Lyytinen, T. Ahonen, T. Korhonen, M. Korkman & T. Riita (toim.), *Oppimisvaikeudet Neuropsykologinen näkökulma* (s. 235–268) (3. uudistettu painos) Juva: WS Bookwell Oy.

- Sharma M. (2015). Numbersense: A window into dyscalculia and other mathematics difficulties. Teokseossa S. Chinn (toim.), *The Routledge International Handbook of Dyscalculia and Mathematical Difficulties* (s. 277–291). Abingdon, Oxon: Routledge.
- Suárez-Pellicioni M., Núñez-Peña M. & Colomé A. (2015). Math anxiety: A review of its cognitive consequences, psychophysiological correlates, and brain bases. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience* 16, 3–22. Haettu osoitteesta <https://link.springer.com/article/10.3758/s13415-015-0370-7>
- Torraco, R. (2005). Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples. *Human Resource Development Review* 4(3), 357–367. <https://doi.org/10.1177/1534484305278283>
- Trott C. (2015). Dyscalculia in Higher Education. Teoksessa S. Chinn (toim.), *The Routledge International Handbook of Dyscalculia and Mathematical Learning Disabilities* (s. 406–419). Abingdon, Oxon: Routledge.
- Venkatesh K. & Karimi A. (2010). Mathematics Anxiety, Mathematics Performance and Overall Academic Performance in High School Students. *Journal of the Indian Academy of Applied Psychology* 36(1), 147–150. Haettu osoitteesta <http://medind.nic.in/jak/t10/i1/jakt10i1p147.pdf>.
- Vukovic R., Kieffer M., Bailey S. & Harari R. (2013). Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance. *Contemporary Educational Psychology* 38, 1–10. Haettu osoitteesta <https://research.steinhart.nyu.edu/scmsAdmin/uploads/007/255/vukovic%20et%20al%202013%20CEP.pdf>.
- Wong B., Graham L., Hoskyn M. & Berman J. (2008). *The ABCs of Learning Disabilities*. (2. painos). Amsterdam: Elsevier/Academic Press cop.
- Wu S., Barth M., Amin H., Malcarne V. & Menon V. (2012). Math anxiety in second and third graders and its relation to mathematics achievement. *frontiers in psychology* 7. Haettu osoitteesta <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2012.00162/full>
- Wu S., Willcutt E., Escovar E. & Menon V. (2014). Mathematics Achievement and Anxiety and Their Relation to Internalizing and Externalizing Behaviors. *Journal of Learning Disabilities* 47(6), 504–514. Haettu osoitteesta <https://journals-sagepub-com.pc124152 oulu.fi:9443/doi/pdf/10.1177/0022219412473154>
- Yitzchak F. (2014) *Specific learning disabilities*. New York: Oxford University Press.